ROHDE&SCHWARZ

Geschäftsbereich
Meßtechnik

Betriebshandbuch

Option SMIQB60

Arbitrary Waveform Generator

1136.4390.02

THE ENGLISH MANUAL FOLLOWS THE COLORED DIVIDER

Printed in the Federal
Republic of Germany

Inhaltsverzeichnis

1 Einbau 1.1

2 Manuelle Bedienung 2.1

2.1 Funktion 2.1

2.1.1 Anbindung an WinIQSIM 2.4

2.2 Menü ARB MOD 2.5

2.2.1 Menü ARB MOD - TRIGGER 2.7
2.2.2 Menü ARB MOD - SELECT WAVEFORM 2.9
2.2.3 Menü ARB MOD - DELETE WAVEFORM 2.12
2.2.4 Menü ARB MOD - SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM 2.12
2.2.5 Menü ARB MOD - CLOCK... ..... 2.14
2.2.6 Menü ARB MOD - IQ LEVEL... ..... 2.15

3 Fernbedienung - Arbitrary Waveform Generator 3.1

3.1 ARB-System - Beschreibung der IEC-Bus-Befehle 3.1

3.2 ARB-Waveform-Format 3.6

3.2.1 Erstellen einer Waveform "von Hand" 3.8
3.2.2 Konvertieren einer Waveform mit der Applikations-Software AMIQ-K2 ..... 3.12
3.2.3 AMIQ-kompatible Befehle für die Übertragung und Verwaltung von Waveforms 3.12

4 Prüfen der Solleigenschaften 4.1

4.1 Prüfablauf 4.1

4.1.1 Frequenzgang 4.1
4.1.2 Gleichspannungs-Offset 4.2
4.1.3 Spurious-Free Dynamic Range (SFDR) 4.2
4.1.4 Pegeldifferenz der Kanäle 4.3

4.2 Performance Test-Protokoll 4.4

Index

A

ARB
- AMIQ-kompatible Befehle ... 3.12
- Anbindung an WinIQSIM ... 2.4
- Fernbedienung ... 3.1
- Interpolationsrate ... 2.3
- manuelle Bedienung ... 2.1
- Waveform-Format ... 3.6

ARB-Waveform
- automatische SMIQ-Einstellungen ... 2.12, 3.4
- Data ... 3.2
- Delete ... 2.12, 3.2
- Erstellen von Hand ... 3.8
- IQ-Pegel ... 2.15, 3.5
- Konvertieren ... 3.12
- Select ... 2.9, 3.2

B

Bedienung
- Fernbedienung ... 3.1
- manuell ... 2.1

Befehle
- AMIQ-kompatible Befehle ... 3.12

C

CCDF
- Berechnung ... 2.3

D

Delay
- Signal ... 2.7, 3.3
- Takt ... 2.14, 3.5
- Trigger ... 2.7, 3.3

E

Einbau ... 1.1

F

Freischalten ... 1.2

I

Interpolationsrate ... 2.3

P

Performance Test ... 4.1
Performance Test-Protokoll ... 4.4
Polarität
- Trigger ... 2.7, 3.3

Prüfablauf
- Frequenzgang ... 4.1
- Gleichspannungs-Offset ... 4.2
- Pegeldifferenz der Kanäle ... 4.3
- Spurious-Free Dynamic Range ... 4.2

S

Schlüsselwort ... 1.1
Solleigenschaften ... 4.1

T

Tags (Fernbedienung) ... 3.6
Taktquelle ... 2.14, 3.5
Trigger ... 2.7, 3.3
- Ablaufsteuerung ... 2.5, 3.2
- OFF TIME ... 2.8, 3.4
- ON TIME ... 2.8, 3.4
- Quelle ... 2.7, 3.3
- Unterdrückung ... 2.7, 3.3
- Verzögerung ... 2.7, 3.3

Triggergenerator ... 2.4

U

Unterdrückung Trigger ... 2.7, 3.3

V

Verzögerung
- Signal ... 2.7, 3.3
- Takt ... 2.14, 3.5
- Trigger ... 2.7, 3.3

W

Waveform
- automatische SMIQ-Einstellungen ... 2.12, 3.4
- Data ... 3.2
- Delete ... 2.12, 3.2
- Erstellen von Hand ... 3.8
- IQ-Pegel ... 2.15, 3.5
- Konvertieren ... 3.12
- Select ... 2.9, 3.2

WinIQSIM
- Unterstützung des ARB ... 2.4

Technische Information
Option SMIQB60
Arbitrary Waveform Generator

Technische Daten

Kurvenformspeicher, Interpolation

Ausgabespeicher	
Kurvenformlänge	1...524216 in Schritten von einem Abtastwert

Hinweis: Diese Kurvenformlänge ist nicht direkt mit den entsprechenden Werten konventioneller ARB-Generatoren vergleichbar. Das Oversampling, das benötigt wird, um die Wiederholspektren durch das analoge Filter zu unterdrücken, wird bei der SMIQB60 automatisch in Echtzeit durch Hardwareinterpolation ausgeführt, d.h., die abzuspeichernde Kurve verlängert sich nicht um den Oversampling-Faktor. Bei einem WCDMA-Signal wird z.B. nur noch ein Oversampling von 1,62 benötigt, gegenüber einem konventionellen ARB mit einem Oversampling von 4 entspricht der Ausgabespeicher der SMIQB60 damit einem Speicher von 1,25 MSample.

Auflösung	12 Bit
Ladezeit 512k I/Q-Samples	4 s
Nichtflüchtiger Speicher	
Anzahl der Blöcke	22 (Eine Kurvenform belegt mindestens einen Block)
Blockgröße	65527
Interpolation	
Bandbreite Interpolation (-0,1dB)	0,375 * Taktrate
Dämpfung des analogen Filters für Wiederholspektren	> 70 dB

Takterzeugung

Taktrate	1 kHz ... 40 MHz
Auflösung	0,1 Hz
Taktmode	Intern oder extern

Signalausgang

Kanäle	2 (I und Q)
Ausgangswiderstand	50 Ohm
Ausgangspegel (EMF, Peak)	
Mode Normal	$\sqrt{I^2+Q^2}$ = 1 V
Mode Manual	-6...0 dB bezogen auf 1 V, Einstellbereich bis 3 dB
Pegeldifferenz der Kanäle	< 0,2% bei 1 kHz [1)]
Offset	< -54 dB im Mode Normal [1)]
Frequenzgang	
Betrag	
bis 12 MHz	< 1 dB
bis 10 MHz	typ. 0,1 dB
Gruppenlaufzeit	
bis 10 MHz	typ. 1 ns
I/Q Gleichlauf	
Betrag	
bis 10 MHz	typ. 0,05 dB
Gruppenlaufzeit	
bis 10 MHz	typ. 0,5 ns
SFDR (Sinus 1 MHz, Takt 4 MHz, bis 12 MHz)	> 60 dB

ROHDE&SCHWARZ

Triggerung

Trigger Modi	Auto, Retrig, Armed Auto, Armed Retrig
Trigger Quelle	Intern oder extern
Externer Trigger Input	Threshold –2,5...2,5 V, Impedanz 1 kOhm / 50 Ohm
Externe Trigger Frequenz	< 10 MHz
Externer Trigger Delay	0... 2^{16} Abtastwerte
Externer Trigger Inhibit	0...2^{26} Abtastwerte
Pulsbreite	> 50 ns

Triggerausgänge

Anzahl	2
Delay	0...524216 Abtastwerte
On Time	1...524215 Abtastwerte
Off Time	1...524215 Abtastwerte
Pegel	TTL

Graphische Anzeigen

CCDF	Bestimmung und graphische Anzeige der CCDF der in den Ausgabespeicher geladenen Kurve, dient auch zur Ermittlung des Crestfaktors. Die CCDF-Funktionen von bis zu 3 zuletzt geladenen Kurven können gleichzeitig dargestellt werden.

Anbindung WinIQSIM

WinIQSIM ist eine Windows-Software, mit der auf einem PC die verschiedensten I- und Q-Basisbandsignale berechnet werden können (vgl. Datenblatt AMIQ/WinIQSIM PD 757.3970.12). Sie unterstützt ferner das Laden der Kurven in den SMIQ und das Bedienen der Option SMIQB60 vom PC aus.

[1] Nach einer Aufwärmzeit von 1 Stunde und erfolgter Kalibrierung für 4 Stunden Betriebszeit und Temperaturänderungen < 5° C

Sicherheitshinweise

Dieses Gerät ist gemäß beiliegender EU-Konformitätsbescheinigung gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen.

Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender alle Hinweise, Warnhinweise und Warnvermerke beachten.

Verwendete Symbole an R&S-Geräten und in Beschreibungen:

Bedienungsanleitung beachten

Angabe des Gerätegewichtes bei Geräten mit einer Masse > 18kg

Schutzleiteranschluss

Masseanschlusspunkte

Achtung! Berührungsgefährliche Spannung

Warnung vor heißer Oberfläche

Erde

Achtung! Elektrostatisch gefährdete Bauelemente erfordern eine besondere Behandlung

1. Das Gerät darf nur in den vom Hersteller angegebenen Betriebszuständen und Betriebslagen ohne Behinderung der Belüftung betrieben werden. Wenn nichts anderes vereinbart ist, gilt für R&S - Produkte folgendes:

   IP-Schutzart 2X, Verschmutzungsgrad 2, Überspannungskategorie 2, Betrieb bis 2000 m ü. NN

   Der Betrieb ist nur an Versorgungsnetzen gestattet, die mit höchstens 16 A abgesichert sind.

2. Bei Messungen in Stromkreisen mit Spannungen U_{eff} > 30 V ist mit geeigneten Maßnahmen Vorsorge zu treffen, dass jegliche Gefährdung ausgeschlossen wird.

   (z.B. geeignete Meßmittel, Absicherung, Strombegrenzung, Schutztrennung, Isolierung usw.).

3. Wird ein Gerät ortsfest angeschlossen, ist die Verbindung zwischen dem Schutzleiteranschluss vor Ort und dem Geräteschutzleiter vor jeglicher anderer Verbindung herzustellen Aufstellung u. Anschluss darf nur durch eine Elektrofachkraft erfolgen.

4. Bei ortsfesten Geräten ohne eingebaute Sicherung, Selbstschalter oder ähnliche Schutzeinrichtung muss der Versorgungskreis so abgesichert sein, dass Geräte und Benutzer ausreichend geschützt sind.

5. Vor dem Einschalten des Gerätes ist sicherzustellen, dass die am Gerät eingestellte Nennspannung und die Netznennspannung des Versorgungsnetzes übereinstimmen.

   Ist es erforderlich, die Spannungseinstellung zu ändern, so muss ggf. auch die dazugehörige Netzsicherung des Gerätes geändert werden.

6. Bei Geräten der Schutzklasse I mit beweglicher Netzzuleitung und Gerätesteckvorrichtung ist der Betrieb nur an Steckdosen mit Schutzkontakt und angeschlossenem Schutzleiter zulässig.

7. Jegliche absichtliche Unterbrechung des Schutzleiters, sowohl in der Zuleitung als auch am Gerät selbst, ist unzulässig und kann dazu führen, dass von dem Gerät eine Gefahr ausgeht.

   Bei Verwendung von Verlängerungsleitungen oder Steckdosenleisten ist sicherzustellen, dass diese regelmäßig auf ihren sicherheitstechnischen Zustand überprüft werden.

8. Ist das Gerät nicht mit einem Netzschalter zur Netztrennung ausgerüstet, so ist der Stecker des Anschlusskabels als Trennvorrichtung anzusehen. In diesen Fällen ist dafür zu sorgen, dass der Netzstecker jederzeit leicht erreichbar und gut zugänglich ist. (Länge des Anschlusskabels ca. 2 m). Funktionsschalter oder elektronische Schalter sind zur Netztrennung nicht geeignet.

   Werden Geräte ohne Netzschalter in Gestelle oder Anlagen integriert, so ist die Trennvorrichtung auf Anlagenebene zu verlagern.

9. Bei allen Arbeiten sind die örtlichen bzw. landesspezifischen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

   Vor Arbeiten am Gerät oder Öffnen des Gerätes ist dieses vom Versorgungsnetz zu trennen.

   Abgleich, Auswechseln von Teilen, Wartung und Reparatur darf nur von R&S-autorisierten Elektrofachkräften ausgeführt werden.

   Werden sicherheitsrelevante Teile (z.B. Netzschalter, Netztrafos oder Sicherungen) ausgewechselt, so dürfen diese nur durch Orginalteile ersetzt werden. Nach jedem Austausch von sicherheitsrelevanten Teilen ist eine Sicherheitsprüfung durchzuführen

   (Sichtprüfung, Schutzleitertest, Isolationswiderstand-, Ableitstrommessung, Funktionstest).

Fortsetzung siehe Rückseite

Sicherheitshinweise

10. Bei Verbindungen mit informationstechnischen Geräten ist darauf zu achten, dass diese der IEC950 / EN60950 entsprechen.
11. Lithium-Batterien dürfen keinen hohen Temperaturen oder Feuer ausgesetzt werden.

    Die Batterien von Kindern fernhalten.

    Wird die Batterie unsachgemäß ausgewechselt, besteht Explosionsgefahr. Ersetzen der Batterie nur durch R&S - Typ (siehe Ersatzteilliste).

    Lithium-Batterien sind Sondermüll. Entsorgung nur in dafür vorgesehene Behälter.

    Batterie nicht kurzschließen.
12. Geräte, die zurückgegeben oder zur Reparatur eingeschickt werden, müssen in der Originalverpackung oder in einer Verpackung, die vor elektrostatischer Auf- und Entladung sowie vor mechanischer Beschädigung schützt, verpackt werden.
13. Entladungen über Steckverbinder können zu einer Schädigung des Gerätes führen. Bei Handhabung und Betrieb ist das Gerät vor elektrostatischer Entladung zu schützen.
14. Zusätzliche Sicherheitshinweise in diesem Handbuch sind ebenfalls zu beachten.

ROHDE&SCHWARZ

EU-KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

CE

Zertifikat-Nr.: 99015

Hiermit wird bescheinigt, daß der/die/das:

Gerätetyp	Identnummer	Benennung
SMIQ02B	1125.5555.02	Vektorsignalgenerator
SMIQ03B	1125.5555.03	
SMIQ04B	1125.5555.04	
SMIQ06B	1125.5555.06	
SMIQB10	1085.5009.02	Modulationscoder
SMIQB11	1085.4502.02/.04	Datengenerator
SMIQB12	1085.2800.02/.04	Speichererweiterung
SMIQB14	1085.4002.02	Fading Simulator
SMIQB15	1085.4402.02	Zweiter Fading Simulator
SMIQB17	1104.9000.02	Rauschgenerator
SMIQB20	1125.5190.02	Modulationscoder
SMIQB21	1125.5490.02	BER-Messung
SMIQB46	1105.0006.02	Low ACP
SMIQB47	1125.5090.02	Low ACP
SMIQB60	1136.4390.02	Arbitrary Waveformgenerator

mit den Bestimmungen des Rates der Europäischen Union zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten

- betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (73/23/EWG geändert durch 93/68/EWG)
- über die elektromagnetische Verträglichkeit (89/336/EWG geändert durch 91/263/EWG, 92/31/EWG, 93/68/EWG)

übereinstimmt.

Die Übereinstimmung wird nachgewiesen durch die Einhaltung folgender Normen:

EN61010-1 : 1993 + A2 : 1995
EN50081-1 : 1992
EN50082-2 : 1995

Anbringung des CE-Zeichens ab: 99

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
Mühldorfstr. 15, D-81671 München

München, den 6. April 2000

Zentrales Qualitätsmanagement FS-QZ / Becker

Certified Quality System

ISO 9001

DQS REG. NO 1954-04

Sehr geehrter Kunde,

Sie haben sich für den Kauf eines Rohde & Schwarz-Produktes entschieden. Hiermit erhalten Sie ein nach modernsten Fertigungsmethoden hergestelltes Produkt. Es wurde nach den Regeln unseres Qualitätsmanagementsystems entwickelt, gefertigt und geprüft. Das Rohde & Schwarz-Qualitätsmanagementsystem ist nach ISO 9001 zertifiziert.

Dear Customer,

You have decided to buy a Rohde & Schwarz product. You are thus assured of receiving a product that is manufactured using the most modern methods available. This product was developed, manufactured and tested in compliance with our quality management system standards.
The Rohde & Schwarz quality management system is certified according to ISO 9001.

Cher client,

Vous avez choisi d'acheter un produit Rohde & Schwarz. Vous disposez donc d'un produit fabriqué d'après les méthodes les plus avancées. Le développement, la fabrication et les tests respectent nos normes de gestion qualité.
Le système de gestion qualité de Rohde & Schwarz a été homologué conformément à la norme ISO 9001.

ROHDE&SCHWARZ

Support Center

Telefon: (0180) 5124242

Fax: (089) 4129-13777

e-mail:CustomerSupport@rsd.rohde-schwarz.com

Für technische Fragen zu diesem Rohde & Schwarz-Gerät steht Ihnen ab sofort unsere Hotline der Rohde & Schwarz Vertriebs-GmbH, Support Center, zur Verfügung.

Unser Team bespricht mit Ihnen Ihre Fragen und sucht Lösungen für Ihre Probleme.

Die Hotline ist Montag bis Freitag von 8.00 bis 17.00 Uhr besetzt.

Bei Anfragen außerhalb der Geschäftszeiten hinterlassen Sie bitte eine Nachricht oder senden Sie eine Notiz per Fax oder e-mail. Wir setzen uns dann baldmöglichst mit Ihnen in Verbindung.

ROHDE&SCHWARZ

1007.8684

Adressen/Addresses

FIRMENSITZ/HEADQUARTERS

Telefon/Phone
Telefax
E-mail

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
Mühldorfstraße 15 · D-81671 München — +49 89 41 29-0
Postfach 801469 · D-81614 München — +49 89 41 29-21 64
Internet: http://www.rsd.de —

WERKE/PLANTS

ROHDE & SCHWARZ Meßgerätebau GmbH — +49 83 31 1 08-0
Riedbachstraße 58 · D-87700 Memmingen — +49 83 31 1 08-1 24
Postfach 16 52 · D-87686 Memmingen —

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
Werk Teisnach — +49 99 23 8 50-0
Kaikenrieder Straße 27 · D-94244 Teisnach — +49 99 23 8 50-1 74
Postfach 11 49 · D-94240 Teisnach —

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG · Werk Köln — +49 22 03 49-0
Graf-Zeppelin-Straße 18 · D-51147 Köln — +49 22 03 49-3 08
Postfach 98 02 60 · D-51130 Köln —

TOCHTERUNTERNEHMEN/SUBSIDIARIES

ROHDE & SCHWARZ Vertriebs-GmbH — +49 89 4129-20 07
Mühldorfstraße 15 · D-81671 München — +49 89 4129-35 67
Postfach 80 14 69 · D-81614 München —

ROHDE & SCHWARZ International GmbH — +49 89 4129-20 05
Mühldorfstraße 15 · D-81671 München — +49 89 4129-35 97
Postfach 80 14 60 · D-81614 München —

ROHDE & SCHWARZ Engineering and Sales GmbH — +49 89 4129-37 11
Mühldorfstraße 15 · D-81671 München — +49 89 4129-37 23
Postfach 80 14 29 · D-81614 München —

R&S BICK Mobilfunk GmbH — +49 50 42 9 98-0
Im Landerfeld 7 · D-31848 Bad Münder — +49 50 42 9 98-105
Postfach 20 62 · D-31844 Bad Münder —

ROHDE & SCHWARZ FTK GmbH — +49 30 6 58 91-0
Wendenschloßstraße 168, Haus 28 — +49 30 65 55 02 21
D-12557 Berlin —

SIT Gesellschaft für Systeme
der Informationstechnik mbH — +49 30 6 58 84-2 22
Wendenschloßstraße 168, Haus 28 — +49 30 6 58 84-1 83
D-12557 Berlin —

ADRESSEN DEUTSCHLAND/ADDRESSES GERMANY

Rohde & Schwarz Vertriebs-GmbH — +49 89 4129-2007
Mühldorfstraße 15 · D-81671 München — +4989 4129-3567
Postfach 801469 · D-81614 München —

Zweigniederlassungen der Rohde & Schwarz Vertriebs-GmbH/Branch offices of Rohde & Schwarz Vertriebs-GmbH

Zweigniederlassung Berlin — (030) 34 79 48-0
Ernst-Reuter-Platz 10 · D-10587 Berlin — (030) 34 79 48-48
Postfach 100620 · D-10566 Berlin —

Zweigniederlassung Büro Bonn — (02 28) 918 90-0
Josef-Wirmer-Straße 1–3 · D-53123 Bonn — (02 28) 25 50 87
Postfach 140264 · D-53057 Bonn —

Zweigniederlassung Hamburg — (040) 63 29 00-0
Steilshooper Allee 47 · D-22309 Hamburg — (040) 630 78 70
Postfach 602240 · D-22232 Hamburg —

Zweigniederlassung Köln — (0 22 03) 807-0
Graf-Zeppelin-Straße 18 · D-51147 Köln — (0 22 03) 807-50
Postfach 900149 · D-51111 Köln —

Zweigniederlassung München — (089) 41 86 95-0
Mühldorfstraße 15 · D-81671 München — (089) 40 47 64
Postfach 801449 · D-81614 München —

Zweigniederlassung Nürnberg — (09 11) 64203-0
Donaustraße 36 — (09 11) 64203-33
D-90451 Nürnberg —

Zweigniederlassung Telekommunikation + Mitte — (0 61 02) 20 07-0
Siemensstraße 20 — (0 61 02) 20 07-12
D-63263 Neu-Isenburg —

ADRESSEN WELTWEIT/ADDRESSES WORLDWIDE

Algeria
ROHDE & SCHWARZ Bureau d'Alger — +2 13 2 592453
5 B, Place de Laperrine — +2 13 2 594786
16035 Hydra-Alger —

Argentina
Precisión Electrónica SRL — +54 1 3 94 48 15
Esmeralda 582, Piso 4, Off. 11 — +54 1 3 27 23 32
1007 Capital Federal
Buenos Aires —

Australia
ROHDE & SCHWARZ — +61 2 97 48 01 55
(AUSTRALIA) Pty. Ltd. — +61 2 97 48 1836
63 Parramatta Road — rsaussyd@ozemail.com.au
Silverwater, N.S.W. 2141

Austria
ROHDE & SCHWARZ-ÖSTERREICH — +43 1 6 02 61 41-0
Ges. m. b. H. — +43 1 6 02 61 41-14
Sonnleithnergasse 20 — office@rsoe.com
A-1100 Wien

Azerbaijan
ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG — +99 4 12 93 31 38
Representative Office Baku — +99 4 12 93 03 14
Azerbaijan avenue 35 —
370139 Baku

Baltic Countries
siehe/see Denmark

Bangladesh
Business International Ltd. — +880 2 87 06 53
Corporation Office — +880 2 88 82 91
House No: 95/A, Block -'F' —
Road No: 4, Banani
Dhaka - 1213

Belgium
ROHDE & SCHWARZ BELGIUM N.V. — +32 2 7 21 50 02
Excelsiorlaan 31 Bus 1 — +32 2 7 25 09 36
B-1930 Zaventem
Alfons_Verpoorten%RSB@notesgw.Compuserve.Com

Brazil
ROHDE & SCHWARZ — +55 11 5505 21 77
Precisão Eletrônica Ltda. — +55 11 5505 57 93
Rua Geraldo Flausino Gomes, 42-°and — rsbras@ibm.net
04575-060 São Paulo-SP

Brunei
GKL Equipment PTE. Ltd. — +65 2 76 06 26
#11-01 BP Tower — +65 2 76 06 29
396, Alexandra Road — gkleqpt@signet.com.sg
Singapore 119954
Republic of Singapore

Bulgaria
ROHDE & SCHWARZ +359 2 9 63 43 34
Representation Office Bulgaria +359 2 9 63 21 97
39, Fridtjof Nansen Blvd. –
1000 Sofia

Canada
Kommunikationstechnik/Communications Equipment:
ROHDE & SCHWARZ CANADA Inc. +1 6 13 5 92 80 00
555 March Rd. +1 6 13 5 92 80 09
Kanata, Ontario K2K 2M5 –

Meßtechnik/T & M Equipment:
TEKTRONIX CANADA, Inc. +1 4 16 7 97 50 00
785 Arrow Road +1 4 16 7 47 75 81
Weston, Ontario, M9M 2L4 –

Chile
DYMEQ Ltda. +56 2 277 50 50
Avenida Larrain 6666 +56 2 227 87 75
Santiago –

China
ROHDE & SCHWARZ +86 10 64 67 23 65
Representative Office Beijing +86 10 64 67 23 15
Beijing Towercrest Plaza, Rm 821 rsbp@public3.bta.net.cn
No. 3 Mai Zi Dian West Road
Chao Yang District
Beijing 100016/People's Republic of China

Colombia
Ferrostaal de Colombia Ltda. +57 1 2 67 63 21
Av. Eldorado No. 97-03 Interior 2 +57 1 4 13 18 06
Santa Fé de Bogotá, D.C. –

Costa Rica
siehe/see Mexico

Republic of Cyprus
HINIS TELECAST LTD. +357 4 42 51 78
Agiou Thoma 18 +357 4 42 46 21
Kiti
Larnaca 7550

Czech Republic
ROHDE & SCHWARZ – Praha, s.r.o. +420 2 24 32 20 14
Pod kastany 3 +420 2 24 31 70 43
CZ-160 00 Praha 6 rscz@rohde.mail.602.cz

Denmark
ROHDE & SCHWARZ DANMARK A/S +45 43 43 66 99
Ejby Industrivej 40 +45 43 43 77 44
DK-2600 Glostrup RSDK@post1.tele.dk

Ecuador
DIGITEC Cia. Ltda. +593 2 43 03 73
Casilla 17-03-408A +593 2 44 37 82
El Heraldo 121 y El Dia digitec1@digitec.com.ec
Quito

El Salvador
siehe/see Mexico

Finland
Orbis Oy +358 9 47 88 30
P.O. B. 15 +358 9 53 16 04
FIN-00421 Helsinki info@orbis.fi

France
ROHDE & SCHWARZ FRANCE +33 1 41 36 10 00
Immeuble "Le Newton" +33 1 41 36 11 10
25-27, rue Jeanne Braconnier
F-92366 Meudon-la-Forêt Cédex –

Niederlassung/Subsidiary Rennes:
ROHDE & SCHWARZ FRANCE +33 2 99 51 97 00
Sigma 1 +33 2 99 41 91 31
Rue du Bignon –
F-35135 Chantepie

Niederlassung/Subsidiary Toulouse:
ROHDE & SCHWARZ FRANCE +33 5 61 39 10 69
Technoparc 3 +33 5 61 39 99 10
B.P.501 –
F-31674 Labège Cédex

Büros/Offices:
Aix-en-Provence +33 4 94 07 39 94
+33 4 94 07 55 11
Lyon +33 4 78 29 88 10
+33 4 78 29 94 71
Nancy +33 3 83 54 51 29
+33 3 83 55 39 51

Greece
MERCURY SA. +30 1 7 22 92 13
6, Loukianou Str. +30 1 7 21 51 98
GR-10675 Athens mercury@hol.gr

Guatemala
siehe/see Mexico

Honduras
siehe/see Mexico

Hong Kong
Schmidt & Co. (HK) Ltd. +8 52 2 5 07 03 33
9/F North Somerset House +8 52 2 8 27 56 56
Taikoo Place frankwong@shk.schmidtgroup.com
979 King's Road
Quarry Bay, Hong Kong

Hungary
ROHDE & SCHWARZ +36 1 203-02 82
Budapesti Iroda +36 1 203-02 82
Etele ut. 68 rsh@euroweb.hu
H-1115 Budapest

Iceland
siehe/see Denmark

India
ROHDE & SCHWARZ +91 11 461 52 85/469 22 38
India Pvt. Ltd. +91 11 462 63 24
A-382 Defence Colony –
New Delhi 110024

Indonesia
P.T. REKANUSA SOLUSI +62 21 576 16 02
Menara Rajawali, +62 21 576 16 04
24th floor –
Jl Mega Kuningan Lot # 5.1
Kawasan Mega Kuningan
Jakarta 12950

Iran
ROHDE & SCHWARZ IRAN+98 21 8 73 02 82/8 73 54 78
Liaison Office - Reg. N° RFC 1947 +98 21 8 73 02 83
Dr. Beheschty Ave., Pakistan Ave., –
12th Street N° 1
Tehran 15317

Ireland
siehe/see Great Britain

Italy
ROHDE & SCHWARZ ITALIA S.p.a. +39 06 41 59 81
Via Tiburtina 1182 +39 06 41 59 82 70
I-00156 Roma –

Centro Direzionale Lombardo +39 02 95 70 41
Via Roma 108 +39 02 95 30 27 72
I-20060 Cassina de´ Pecchi (MI)

Japan
ADVANTEST Corporation +81 3 39 30 40 30
RS Sales Department +81 3 39 30 41 86
1-32-1 Asahi-cho yoshimu@inst.advantest.co.jp
Nerima-ku
Tokyo 179

Kazakhstan
ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG+7 32 72 63 55 55
Representative Office Almaty +7 32 72 63 46 33
Pl. Respubliki 15 –
480091 Almaty

Korea
Hana Technica Corp. +82 2 5 14 45 46
Seoul Kangnam, P.O. Box 1458 +82 2 5 14 45 49
Young Dong Bldg. 4F hanateco@unitel.co.kr
63-16 Nonhyun-Dong, Kang Nam-Ku

	Seoul	
Kuwait	Zaid Al-Kazemi Sons Trading Co. P.O. Box 30, Safat 13001 Zaid Al-Kazemi Building Mubarak Al-Kabeer Street Kuwait City	+965 243 72 00 +965 240 15 62 adnan@ncc.moc.kw
Lebanon	CONNECTIONS S.A.R.L. Sami Solh Street Cemate Building 201 – 2nd Fl. Sami El-Solh Street – Badaro Beirut	+961 1 42 48 25/6/7 +961 1 42 55 57 TREZKALL@INCO.COM.LB
Liechtenstein	siehe/see Switzerland	
Luxembourg	siehe/see Belgium	
Malaysia	DAGANG TEKNIK SDN. BHD. No. 9, Jalan SS 4D/2 Taman People´s Park 47301 Petaling Jaya Selangor Darul Ehsan	+60 3 7035503/7035568 +60 3 7 03 34 39 danik@tm.net.my
Malta	ITEC – International Technology Ltd. B'Kara Road San Gwann	+35 6 37 43 00 +35 6 37 43 53 itec@keyworld.net
Mexico	Vertrieb Kommunikationstechnik/ Sales Communications Equipment: ELECTROINGENIERIA de Precisión S.A. EPSA S.A. Uxmal 520, Colonia Vertiz Narvarte 03600 Mexico DF	 +52 5 5 59 76 77 +52 5 5 75 33 81 epsa@compuserve.com
	Vertrieb Meßtechnik/Sales T & M Equipment: Tektronix, S.A. de C.V. Periférico Sur 5000, 8° Piso Col. Insurgentes Cuicuilco Coyoacán 04530 - Mexico, D.F.	 +525 666 63 33 +525 666 63 36
Nepal	Abishek Trade Links (P) Ltd. P.O.B. 9700 Kathmandu	+97 71 25 69 30 +97 71 24 25 73 Durbar@hotel.mos.com.np
Netherlands	ROHDE & SCHWARZ NEDERLAND B.V. Perkinsbaan 1 3439 ND Nieuwegein	+31 30 6 00 17 00 +31 30 6 00 17 99 Rob.DenHartog/RSN%RSN@RSD.de
New Zealand	Nichecom Level 1 Tawa Plaza 210 Main Rd / P.O.B. 56-045 Tawa, Wellington	+64 4 2 32 32 33 +64 4 2 32 32 30 ISDN +64 4 2 37 30 10 robin.hodgson@nichecom.co.nz
Nicaragua	siehe/see Mexico	
Norway	ROHDE & SCHWARZ NORGE Østensjøveien 36, P.O.B. 103 BRYN N-0611 Oslo	+47 23 17 22 50 +47 23 17 22 69 –
Pakistan	TelcoNet Communications & Engineering 213/D, Ordnance Road Rawalpindi-Pakistan-46000	+92 51 25 69 53 +92 51 51 86 27 telecom@tnc.isb.erum.com.pk
Panama	siehe/see Mexico	
Papua-New Guinea	siehe/see Australia	
Philippines	MARCOM Industrial Equipment, Inc. MCC P.O.Box 2307 6-L Mezzanine Suite, Vernida I Condominium120 Amorsolo St. Legaspi Village Makati City/Philippines 3117	+632 8 13 29 31 +632 8 17 05 07
Poland	ROHDE & SCHWARZ Oddzial w Polsce ul. Stawki 2, Pietro 28 00-193 Warszawa	+48 22 8 60 64 90 bis 98 +48 22 8 60 64 99 rspoland@rsoe
Portugal	TELERUS Sistemas de Telecomunicações, S.A. Rua General Ferreira Martins, Lote 6,2.°B P-1495 Algés	+351 1 4 12 35 90 +351 1 4 12 36 00 telerus@mail.telepac.pt
Romania	ROHDE & SCHWARZ Representation Office Bucharest Uranus 98 Bloc U8, Scara 2, Etaj 5, Ap. 36 RO-76102 Bucuresti	+40 1 4 10 68 46 +40 1 4 11 20 13 sandu@rohde.eunet.ro
Russian Federation	ROHDE & SCHWARZ Representative Office Moscow 1-j Kazacij per., 7 109017 Moscow	+7 095 2 34 49 62 +7 095 2 34 49 63 evg@rohde-schwarz.msk.ru
Saudi Arabia	Haji Abdullah Alireza & Co. Ltd. P.O.B. 361 Riyadh 11411 Kingdom of Saudi Arabia	+966 1 4 65 44 78 +966 1 4 65 07 82 –
Singapore	Vertrieb/Sales: INFOTEL TECHNOLOGIES LTD. 19 Tai Seng Drive Kinergy Building # 06-00 Singapore 535222	 +65 2 87 68 22 +65 2 84 95 55 general@infotel.com.sg
	Support Centre Asia: Rohde & Schwarz Support Centre Asia Pvt. Ltd. 6th Floor, Singapore Technologies Building 19 Tai Seng Drive 535 222 Singapore	 +65 4 88 30 10 +65 2 87 30 61 RSSCA@mbox4.singnet.com.g
Slovak Republic	3S Specialne systemy a software, a.s. Ilkovicova 3 SK-81219 Bratislava	+421 7 72 24 88 +421 7 72 07 68 3s@internet.sk
Slovenia	ROHDE & SCHWARZ Repräsentanz Ljubljana Koprska 92 SI-61000 Ljubljana	+3 86 61 1 23 46 51 +3 86 61 1 23 46 11 –
South Africa	S.A. Electro-Medical (Pty) Ltd. 115 Siersteen Road Silvertondale P.O.B. 1784 Pretoria 0001	+27 12 8 04-16 20 +27 12 8 04-20 09 mail@saem.co.za
Spain	REMA Leo Haag S.A. Salcedo, 11 E-28034 Madrid	+34 91 3 34 10 70 +34 91 7 29 05 06 rema@rema.es
Sri Lanka	LANKA AVIONICS 658/1/1, Negombo Road Mattumagala Ragama	+94 1 95 66 78 +94 1 95 83 11 –

Sweden
ROHDE & SCHWARZ SVERIGE AB +46 8 6 05 19 00
Flygfältsgatan 15 +46 8 6 05 19 80
S-12830 Skarpnäck info@rss.se

Switzerland
Roschi Télécommunication AG +41 31 9 22 15 22
Papiermühlestrasse 145, Postfach +41 31 9 21 81 01
CH-3063 Ittigen –

Syria
Electro Scientific Office +963 11 2 31 59 74
Baghdad Street +963 11 2 31 88 75
Dawara Clinical Lab. Building –
P.O.B. 8162
Damascus

Taiwan
FUNCTION ENTERPRISE CO., LTD. +8 86 2 23 21 70 70
16F, No. 30, Pei-Ping East Road +8 86 2 23 95 87 82
Taipei, Taiwan R.O.C. hibiscus@function.linkease.com.tw

Thailand
Vertrieb Kommunikationstechnik/Sales Communications Equipment:
TPP Operations Co. Ltd. +662 4 48 51 59
70 MOO, 3 Mooban Mantana, +662 8 84 17 98
Soi Chimplee 4, Boromrajchonnee Rd.,
Talingchan, Bangkok 10170

Vertrieb Meßtechnik/Sales T & M Equipment:
Schmidt Scientific (Thailand) Ltd. +662 6 43 1330-9
Government Housing Bank Bldg. +662 6 43 1340-1
Tower II, 19th Floor, 212 Rama 9 Rd.,
Huaykwang, Bangkok 10320

Turkey
ROHDE & SCHWARZ +90 2 16 3 85 19 17
LIAISON OFFICE ISTANBUL +90 2 16 3 85 19 18
Bagdad Cad. 191/3, Ard. RSTURK@unimedya.net.tr
TR-81030 Selamicesme-Istanbul

Ukraine
ROHDE & SCHWARZ GmbH & CoKG+3 80 44 2 68 60 55
Representative Office Kiev +3 80 44 2 68 83 64
ul. Patrisa Lumumba, 4 rsbkiev@public.ua.net
UKR-252042 Kiev

United Arab Emirates
Service-Center für den Mittleren Osten/
Service Center for the Middle East:
ROHDE & SCHWARZ Emirates L.L.C. +9 71 2 31 20 40
P.O.B. 31156 +9 71 2 31 30 40
Abu Dhabi –

Vertrieb/Sales:
ROHDE & SCHWARZ +9 71 4 48 28 29
P.O.B. 53726 +9 71 4 48 27 94
Dubai –

R&S BICK Mobile Communication
P.O.B. 17466 +9 71 4 81 36 75
JAFZ, LOB 04-028 +9 71 4 81 36 76
Dubai -

United Kingdom
ROHDE & SCHWARZ UK Ltd. +44 12 52 81 13 77
Ancells Business Park +44 12 52 81 14 47
Fleet, Hampshire GU 13 8UZ –

USA
Vertrieb Kommunikationstechnik/
Sales Communications Equipment:
ROHDE & SCHWARZ, Inc. +1 301 4 59 88 00
4425 Nicole Drive +1 301 4 59 28 10
Lanham, MD 20706 –

Vertrieb Meßtechnik/Sales T & M Equipment:
TEKTRONIX Inc. +1 800 835 9433 Ext. 6630
P.O.B. 500, M/S 50-216 +1 800 835 7732
Beaverton, OR 97076 -

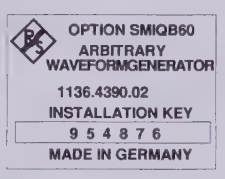
Vietnam
Schmidt Vietnam Co., Ltd. +84 4 8 34 61 86
8/F, Schmidt Tower, Hanoi +84 4 8 34 61 88
Intern. Technology Centre SVNHN@SCHMIDTGROUP.COM
Cau Giay, Tu Liem, IPO Box 89
Hanoi

Yugoslavia
see/siehe Austria

Nicht aufgeführte Länder/Countries not listed:
ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG –
Division 5Z +49 89 41 29-36 62
Postfach 80 14 69 –
D-81614 München

1 Einbau

Die Option SMIQB60 muß beim Einbau mit einem Schlüsselwort freigeschaltet werden. Das beiliegende Optionsschild, auf dem das Schlüsselwort enthalten ist, kleben Sie bitte auf die Rückseite des SMIQ, da es für Service und Reparatur benötigt wird.
Voraussetzung ist die Ausstattung mit der Hardware-Option SMIQB20 (Modulationscoder).



<== Beispiel!

Bild 1-1 Beiliegendes Optionsschild mit Beispiel für ein Schlüsselwort

Option freischalten
(siehe Bild 1-2)

- SMIQ einschalten.
- Menü UTILITIES aufrufen (Anwählen per Drehknopf, Bestätigen mit Taste [SELECT]).
- Menü INSTALL aufrufen ==> [SELECT].
- Menü OPTION TO INSTALL aufrufen ==> [SELECT].
- Option SMIQB60 ARB MOD auswählen ==> [SELECT].
- Das 5- bzw. 6-stellige Schlüsselwort vom Optionsschild ablesen und im Eingabefeld der Zeile INSTALLATION KEY eingeben. Anschließend die Taste [ENTER] drücken.
- Sie erhalten die Meldung, daß das Schlüsselwort überprüft wurde und die Option installiert wird.
- Damit die Option verfügbar ist, muß das Gerät erst aus- und dann wieder eingeschaltet werden.
- Bei erfolgreicher Installation kann die Option SMIQB60 im Hauptmenü angewählt werden.

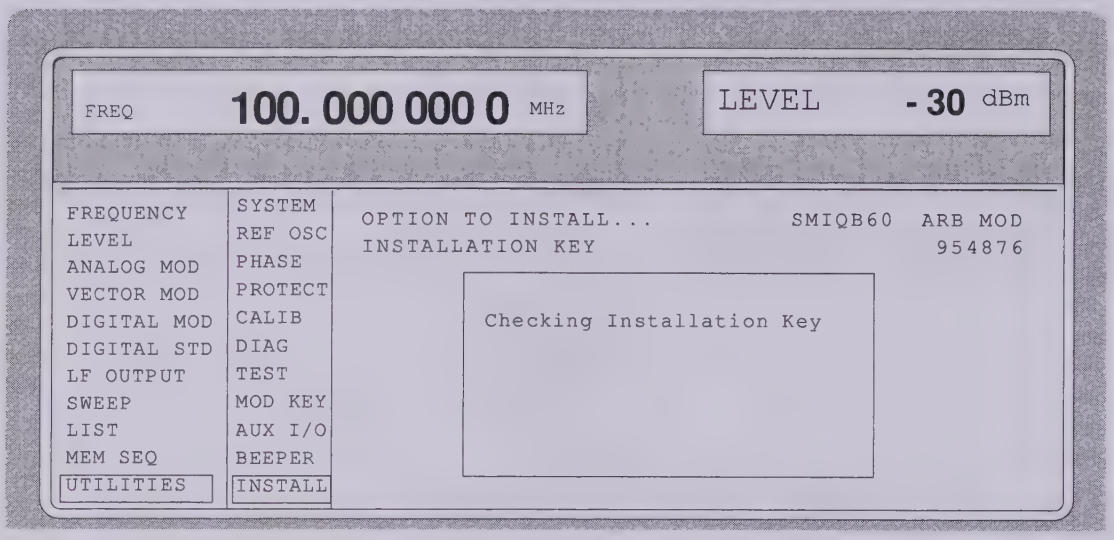


Bild 1-2 Freischalten der Option SMIQB60

Nach erfolgter Installation kann die neue Option in der Baugruppenliste im Menü UTILITIES-DIAG-CONFIG überprüft werden.

2 Manuelle Bedienung

Die Option SMIQB60, ein zweikanaliger ARB-Generator, ist eine integrierte I/Q-Modulationsquelle des SMIQ. Damit können beliebige Modulationssignale, wie COFDM, Multicarrier oder Rauschen erzeugt werden. Mit der Software WinIQSIM können Modulationssignale berechnet und in das Gerät geladen werden. Ein Transfer von Signalen, die mit einem mathematischen Programm wie z.B. Matlab errechnet wurden, ist ebenfalls möglich.

2.1 Funktion

Herkömmliche ARB-Generatoren bestehen im wesentlichen aus einem Ausgabespeicher mit nachgeschaltetem D/A-Wandler und analogem Filter. Dabei besteht durch die begrenzte Anzahl und Steilheit der Filter oft das Problem, daß die Abtastrate deutlich höher eingestellt werden muß als vom Nyquisttheorem gefordert, damit die Wiederholspekten vom analogen Filter ausreichend unterdrückt werden. Bild 2-1 zeigt diese Verhältnisse für ein Sinussignal mit 1 MHz. Bei einem Filter mit einer Sperrgrenze von 11 MHz muß eine Abtastrate von mindestens 12 MHz gewählt werden, damit die Wiederholspektren ausreichend unterdrückt werden.

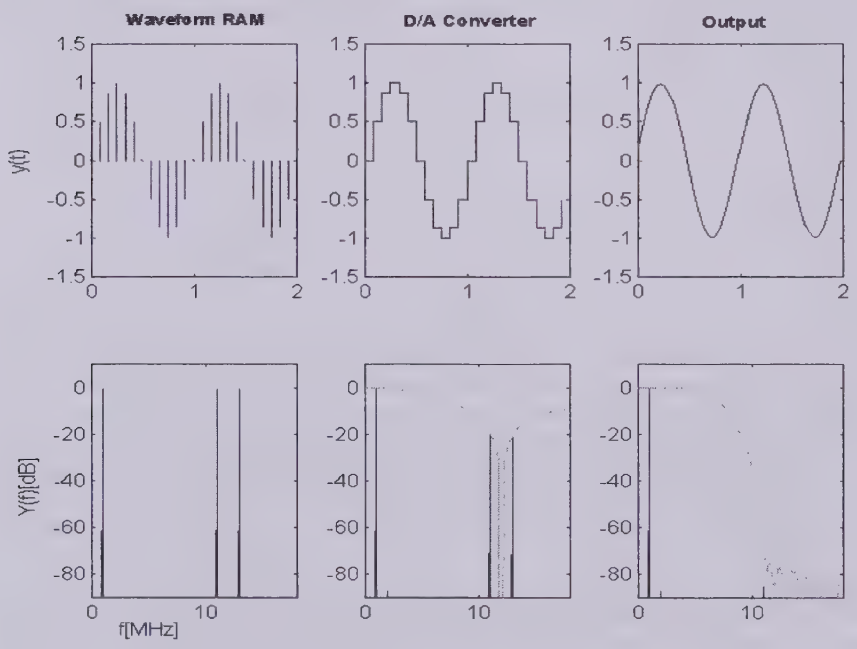


Bild 2-1 Signalfluß ARB-Generator

In der Option SMIQB60 ist dieses Konzept deutlich verbessert worden. Durch ein sehr steilflankiges, digitales Interpolationsfilter wird das Modulationssignal auf eine höhere Abtastrate interpoliert und dann ausgegeben. Die Interpolationsrate wird von der SMIQB60 automatisch so eingestellt, daß die Wiederholspektren der interpolierten Abtastrate vom analogen Filter unterdrückt werden. Dieses Verfahren hat für den Anwender folgende Vorteile:

1. Das Oversampling muß nur noch so gewählt werden, daß die Bandbreite des Interpolationsfilters größer als die des Modulationssignals ist. Dafür gilt folgende Gleichung:

   ov * int_bw >= mod_bw,

   ov == Oversampling,

   int_bw == 0,375, normierte Bandbreite des Interpolationsfilters,

   mod_bw == auf Symbolrate normierte Bandbreite des Modulationssignals.

   Für den digitalen Standard W-CDMA mit dem Basisbandfilter √cos, α = 0,22 ergibt sich damit folgender Wert:

   $$\text{mod_bw} = \frac{(1+\alpha)}{2} = 0{,}61, \Rightarrow \text{ov} >= \frac{0{,}61}{0{,}375} = 1{,}63.$$

2. Durch das verringerte Oversampling erhöht sich bei konstanter Anzahl von Abtastwerten die zeitliche Länge des Signals. Entsprechend gilt, daß sich bei konstanter zeitlicher Länge die Anzahl der notwendigen Abtastwerte verringert. Bei herkömmlichen ARB-Generatoren ist normalerweise das minimale Oversampling auf 4 begrenzt. Daraus folgt, daß mit den obigen Parametern des W-CDMA-Systems die 512 kSamples der SMIQB60 einem Speicher eines konventionellen ARB-Generators von 4/1.63 * 512 = 1256 kSamples entsprechen.

Das Blockschaltbild in Bild 2-2 zeigt vereinfacht den Aufbau des ARB-Generators.

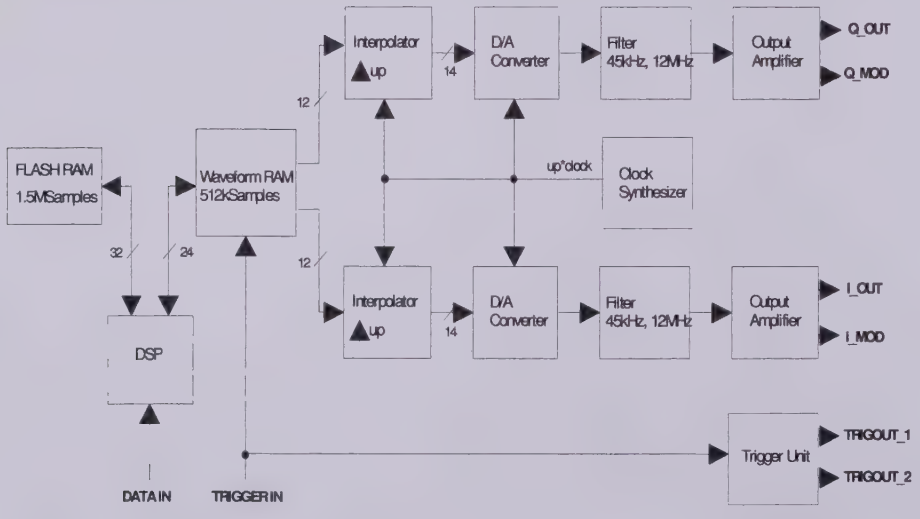


Bild 2-2 Blockdiagramm SMIQB60

Über die Schnittstelle DATA IN werden die I/Q-Daten vom Hostrechner über den DSP in einen nichtflüchtigen FLASH-Speicher geladen. Dieser ist in 22 Blöcken zu 64kSamples organisiert, dabei belegt jede Waveform mindestens einen Block. Die I/Q-Daten werden mit einem Filter gefaltet, das eine Bandbegrenzung des Signals durchführt. Dies ist Voraussetzung für die nachfolgende Weiterverarbeitung.

Wird eine Waveform ausgewählt, werden die I/Q-Daten in den Ausgabespeicher geladen. Dabei werden sie mit einem Korrekturfilter gefaltet, das sämtliche Fehler in dem Pfad bis zum I/Q-Modulator ausgleicht. Dies sind im wesentlichen der Si-Frequenzgang des D/A-Wandlers sowie die Frequenzgänge des analogen Filters auf der SMIQB60 und des I/Q-Filters der Option SMIQB47. Den weiteren Signalfluß im Zeit- und Frequenzbereich zeigt Bild 2-3.

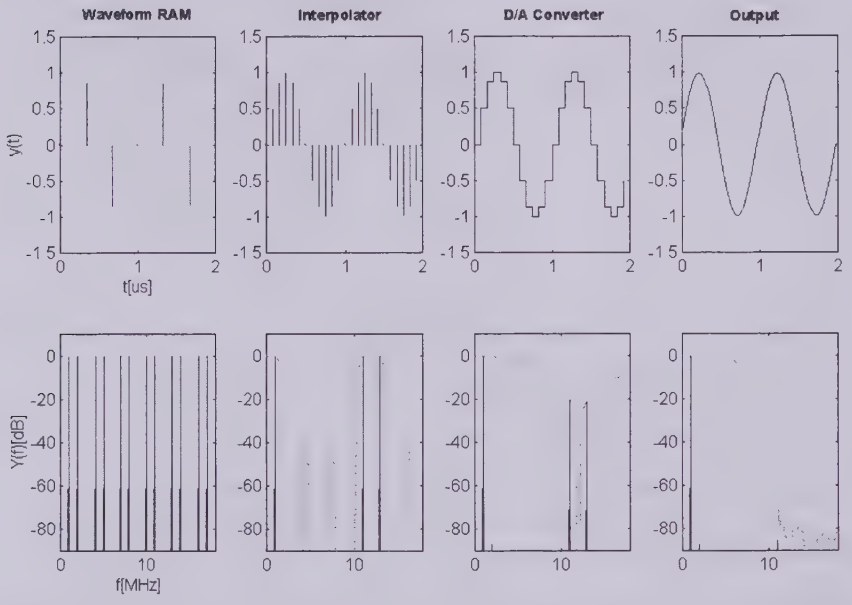


Bild 2-3 Signalfluß SMIQB60

Als Beispiel wird wieder ein 1 MHz-Sinussignal mit fa = 3 MHz abgetastet. Durch den Abtastvorgang entstehen im Frequenzbereich Wiederholspektren bei (n*3 ± 1) MHz. Das nachfolgende Interpolationsfilter erhöht hier die Abtastrate um den Faktor 4. Dies entspricht im Zeitbereich einer fehlerfreien Rekonstruktion der zusätzlichen Abtastwerte. Durch den Sample- und Holdvorgang am Ausgang des nachfolgenden D/A-Wandlers entsteht im Zeitbereich ein stufenförmiges Signal, im Frequenzbereich entspricht dies einer Bewertung mit der Si-Funktion. Das analoge Filter entfernt die Wiederholspektren der interpolierten Abtastrate, das Ausgangssignal ist im Zeitbereich ein Sinus. Die Interpolationsrate wird von der SMIQB60 automatisch so eingestellt, daß die Wiederholspektren vom analogen Filter unterdrückt werden.

Um Fehler in der CCDF-Bestimmung der Kurvenform bei der geringen Abtastrate zu vermeiden, wird für die Berechnung der CCDF die Abtastrate intern um den Faktor 4 erhöht.

Der Betrag des IQ-Ausgangssignals beträgt im Mode Normal 0,5 Vs an 50 Ohm (= 0 dB), dieses ist die Nominalaussteuerung des IQ-Modulators. Um z.B. die ACP in verschiedenen Kanalabständen zu optimieren, kann der Ausgangspegel im Mode Manual zwischen –6 dB und 3 dB variiert werden. Der Bereich über 0 dB ist nicht spezifiziert, bei Signalfrequenzen über 10 MHz kann es hier zu einer Begrenzung kommen.

Die interne Kalibrierung der SMIQB20, die bei der Kalibrierung der Vektormodulation automatisch mit ausgeführt wird, korrigiert Offset- und Verstärkungsfehler des Ausgangsteils auf ein Minimum.

Die Triggermöglichkeiten der SMIQB60 entsprechen denen des Datengenerators SMIQB11 (siehe Digitale Modulation). Der Triggergenerator besteht aus programmierbaren Zählern, die eine periodische Folge mit dem Tastverhältnis Ontime /Offtime mit einstellbarem Startdelay generieren. Um z.B. einen Slottrigger für ein W-CDMA-System mit 3,84 MHz Chiprate zu generieren, werden folgende Werte eingestellt:

t_{Slot} = Slotdauer
t_{Chip} = Chipdauer
t_a = Abtastdauer

t_{Slot} = 625 µs = 2400 t_{Chip}, t_{Chip} = ov * t_a, ov = 2, => t_{Chip} = 4800 * t_a

On Time = 100 (z.B.) => Off Time = 4700.

Die Triggersignale sind zeitlich synchron mit den I/Q-Ausgangssignalen. WinIQSIM unterstützt die Generierung von vordefinierten Triggersignalen (siehe Anbindung an WinIQSIM).

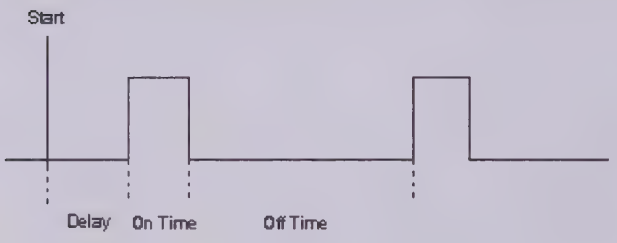


Bild 2-4 Triggersignale SMIQB60

2.1.1 Anbindung an WinIQSIM

Die SMIQB60 wird von WinIQSIM ab der Version 3.30 unterstützt. Es können Kurvenformen über IEC-Bus in das FLASH-Memory geladen werden, über ein eigenes Bedienmenü ist die Einstellung zahlreicher Parameter des SMIQ möglich. Zu beachten ist, daß die Einstellungen von WinIQSIM aus der Waveform nicht mehr ausgelesen werden können. Zur Generierung der Triggersignale bietet WinIQSIM vordefinierte Einstellungen für Bit- und Symbolclock sowie Slot- und Frametrigger und das Restartsignal für den BERT (SMIQB21). Da die Si- und Filterkompensationen direkt auf der SMIQB60 vorgenommen werden, werden diese Möglichkeiten von WinIQSIM nicht unterstützt. Es können aber auch Kurvenformen, die diese Korrekturen enthalten, in die SMIQB60 geladen werden. Dieses wird erkannt und die internen Korrekturfilter werden entsprechend modifiziert.

2.2 Menü ARB MOD

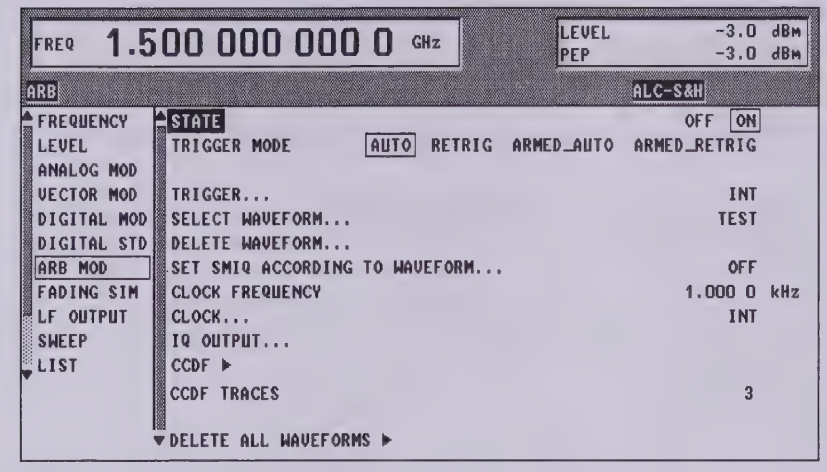


Bild 2-5 Menü ARB MOD

STATE ARB-Funktion ein-/ausschalten. Der Zustand wird in der Statuszeile angezeigt.

ON Lädt die selektierte Waveform in das Ausgabe-RAM und stellt die Baugruppe auf der Basis der aktuellen Einstellungen ein. Je nach Länge der selektierten Waveform kann das einige Sekunden dauern. Falls Vektormodulation, Digitale Modulation oder ein Digitaler Standard eingeschaltet waren, werden diese automatisch abgeschaltet.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:STAT ON`

OFF Die Modulation wird ausgeschaltet, die Ausgabe der ARB-Waveform angehalten.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:STAT OFF`

TRIGGER MODE Konfiguration der Ablaufsteuerung der ARB-Betriebsart.

AUTO Die berechnete Waveform (Sequenz) wird sofort ausgegeben und zyklisch wiederholt. Triggerereignisse werden ignoriert.

IEC-Bus Befehl `:ARB:SEQ AUTO`

RETRIG Zyklische Wiederholung der Ausgabe. Ein Triggerereignis führt zu einem Neustart.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:SEQ RETR`

ARMED_AUTO Erst ein Triggerereignis führt zu einem Start. Weitere Triggerereignisse werden ignoriert.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:SEQ AAUT`

ARMED_RETRIG wie ARMED_AUTO. Jedes weitere Triggerereignis führt zu einem Neustart.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:SEQ ARET`

EXECUTE TRIGGER ➢ Auslösen eines Triggers zum Starten der ARB-Sequenz (Nicht sichtbar bei TRIGGER MODE = AUTO).

IEC-Bus-Befehl `:TRIG:DM:IMM`

TRIGGER... Öffnet ein Fenster zur Einstellung der Triggermöglichkeiten und der Triggerausgänge.

SELECT WAVEFORM... Öffnet ein Fenster zur Auswahl einer ARB-Waveform und zur Anzeige ihrer Parameter.

DELETE WAVEFORM... Öffnet ein Fenster zur Auswahl einer zu löschenden ARB-Waveform.

SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM... Öffnet ein Fenster zur Konfiguration der automatischen Einstellung von SMIQ-Parametern.

CLOCK FREQUENCY Eingabewert für den Sample Takt. Auch wenn mit einer externen Taktquelle gearbeitet wird, muß die angelegte Frequenz hier eingegeben werden.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:CLOC 4.096MHz`

CLOCK... Öffnet ein Fenster zur Auswahl der Taktquelle und der Verzögerung des Taktsignals.

IQ OUTPUT... Öffnet ein Fenster zur Eingabe des IQ-Pegels und dessen Betriebsart.

CCDF ➢ Anzeige der Complementary Cumulative Distribution Function der geladenen Waveform.

CCDF TRACES Eingabe der Anzahl von CCDFs. Zur Auswahl stehen 1 bis 3.

DELETE ALL WAVEFORMS ➢ Alle Waveforms werden (nach Bestätigung durch den Anwender) gelöscht.

2.2.1 Menü ARB MOD - TRIGGER

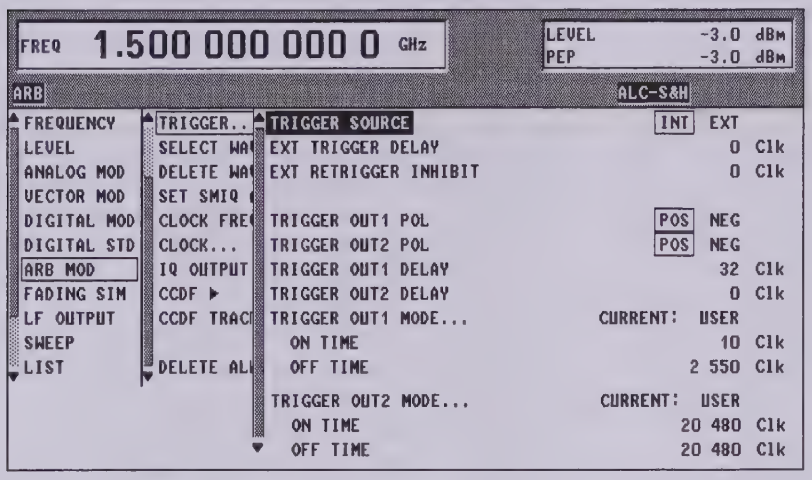


Bild 2-6 Menü ARB MOD - TRIGGER...

TRIGGER... Öffnet ein Fenster zur Einstellung der Triggermöglichkeiten und der Triggerausgänge.

TRIGGER SOURCE Konfiguration der Triggerquelle.

INT Manuell mit EXECUTE TRIGGER oder per Software.
IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:SOUR INT`

EXT Triggerung mit aktiver Flanke an Eingangsbuchse.
IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:SOUR EXT`

EXT TRIGGER DELAY Verzögerung des Starts der Sequenz um die angegebenen Samples nach dem Auftreten eines externen Triggerereignisses. Bei Taktraten (CLOCK) über 20 MHz ist die Einstellauflösung 2 Samples (sonst 1 Sample).
IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:DEL 234`

EXT RETRIGGER INHIBIT Bei laufender Sequenz wird ein Nachtriggern unterbunden, solange die Sequenz das hier angegebene Sample noch nicht erreicht hat.
IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:INH 345`

TRIGGER OUT1(2) POL Polarität der Signale an den Triggerausgängen.

POS aktiver Zustand: positive Spannung
IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:OUTP1:POL POS`

NEG aktiver Zustand: 0 oder geringe positive Spannung
IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:OUTP2:POL NEG`

TRIGGER OUT1(2) DELAY Verzögerung der ausgehenden Triggersignale um die hier eingestellte Anzahl von Samples.
IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:OUTP:DEL 765`

(TRIGGER...) **TRIGGER OUT1(2) MODE**

Der Anwender kann einen der angezeigten Modi zur Erzeugung der Trigger-Ausgangssignale auswählen.
WinIQSIM kann - abhängig vom System - Taktsignale für Bit, Symbol, Slot, Frame und das Restartsignal (Sequenz) berechnen und zusammen mit der Waveform übertragen. Diese Modi setzen die Zählerstände für ON TIME und OFF TIME (siehe unten). Die Namen werden von WinIQSIM als Modi definiert, in der Waveform abgelegt und hier zur Auswahl gestellt. Die Anzahl der definierten Zählerstände ist maximal 4. Da nicht für alle Systeme immer alle Modi zur Verfügung gestellt werden können, ist u.U. nur Sequenz und USER verfügbar.
Beispiele:

BIT_CLK	Flanke am Beginn jedes Bits
SYMB_CLK	Flanke am Beginn jedes Modulationssymbols
SLOT_CLK	Flanke am Beginn jedes Slots
FRAM_CLK	Flanke am Beginn jedes Rahmens
SEQUENZ	Flanke am Beginn jeder Sequenz (kann z.B. als Restartsignal für den BERT benutzt werden)
PULSE	Vom WinIQSIM-Anwender vorgegebener Puls
USER	Der Anwender gibt mit den nachfolgenden Parametern für ON und OFF TIME einen Puls vor.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:OUTP:MODE USER`

....ON TIME

Länge des aktiven Zustands der ausgehenden Triggersignale in Anzahl von Samples. Nur veränderbar, wenn MODE = USER.
Diese Zeit wird wiederholt nach Ablauf von OFF TIME.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:OUTP:ONT 3789`

....OFF TIME

Länge des nicht aktiven Zustands der ausgehenden Triggersignale in Anzahl von Samples. Nur veränderbar bei MODE = USER.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:TRIG:OUTP2:OFFT 639`

2.2.2 Menü ARB MOD - SELECT WAVEFORM

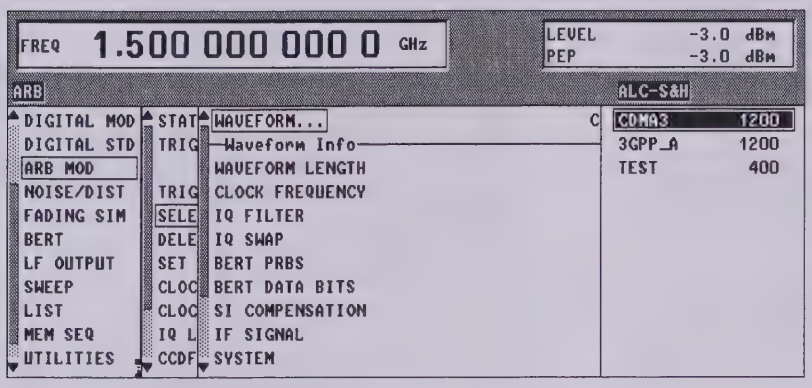


Bild 2-7 Menü ARB MOD - SELECT WAVEFORM...

SELECT WAVEFORM... Öffnet ein Fenster zur Auswahl einer ARB-Waveform und zur Anzeige ihrer Parameter.

WAVEFORM Es wird rechts eine Liste von ARB-Waveforms mit Längenangabe in Samples angeboten. Der Anwender wählt aus dieser Liste eine Waveform aus, die damit zur aktiven Waveform wird. Zu dieser werden dann weitere Informationen angeboten.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:SEL 'TEST'`

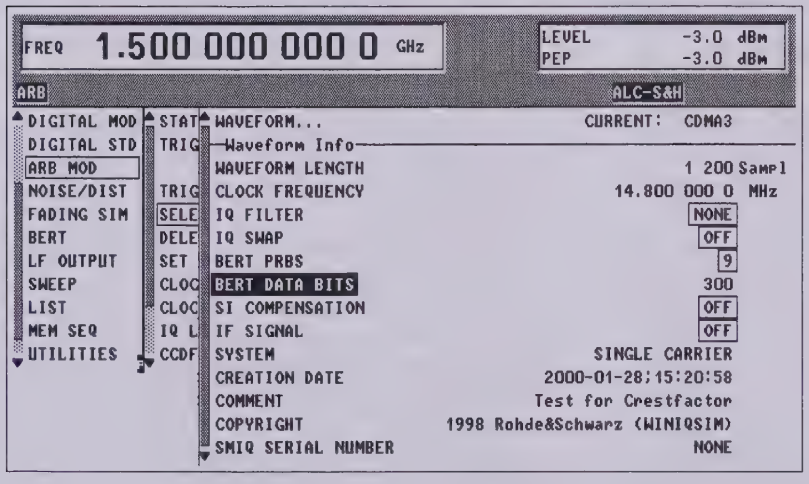


Bild 2-8 Menü ARB MOD - WAVEFORM INFO

SELECT WAVEFORM... ----Waveform Info --------

Diese Zeilen dienen nur der Anzeige, sie sind somit nicht veränderbar. Beim Öffnen des Menüs werden sie mit Werten der aktiven Waveform gefüllt, nach Bestätigung der Auswahl durch den Anwender werden sie mit (SELECT) aktualisiert. Einstellparameter werden erst dann gesetzt und Fehler werden bei Konflikten gemeldet, wenn das Menü mit RETURN verlassen wird (siehe Menü SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM). Die IEC-Bus-Befehle haben nur Abfrageform.

SELECT WAVEFORM...

WAVEFORM LENGTH

Zeigt die Anzahl von Samples an, die die Waveform enthält.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:POIN?`

CLOCK FREQUENCY

Zeigt die Sample Rate an, für die die Waveform erzeugt wurde. Dieser Wert wird immer im Parameter CLOCK FREQUENCY des Menüs ARB MOD beim Laden einer Waveform übernommen (unabhängig von SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM).

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'CLOCK'`

IQ FILTER

Zeigt die bei der Kurvenberechnung in WinIQSIM benutzte Einstellung an, welche 0 (OFF) ist, wenn die Waveform speziell für den SMIQ berechnet wurde. Ist jedoch z.B. bei einer für den AMIQ berechneten Waveform die Kompensation für ein IQ-Filter eingerechnet, so wird sie vom SMIQ wieder zurückgerechnet. Im SMIQ kann nämlich unabhängig davon ein passendes IQ-Filter gewählt werden. Die Kompensation des IQ-Filters erfolgt im SMIQ automatisch. Der in der Waveform eingetragene Wert wird im Menü VECTOR MOD für die Einstellung des IQ-Filters verwendet, falls dies im Menü SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM freigeschaltet ist.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'LACP FILTER'`

IQ SWAP

Zeigt die bei der Kurvenberechnung in WinIQSIM benutzte Einstellung an. Der Wert wird im Menü VECTOR MOD für die Einstellung IQ SWAP verwendet nach erfolgter Freischaltung im Menü SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'IQ SWAP'`

BERT PRBS

Zeigt den für die Daten in WinIQSIM verwendeten PRBS-Typ an, wenn die Daten für eine BER-Messung vorbereitet sind.
Die Einstellung wird im Menü BERT für die Einstellung des PRBS-Typs verwendet nach erfolgter Freischaltung im Menü SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM. Nicht immer kann eine Waveform für eine BER-Messung verwendet werden. In diesem Fall wird hier NONE angezeigt.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'PRBS LENGTH'`

BERT DATA BITS

Gibt die Anzahl der Datenbits in einer Waveform an, wenn die Daten von WinIQSIM für eine BER-Messung vorbereitet sind. Kann die Waveform nicht für eine BER-Messung verwendet werden, so wird hier eine Null angezeigt.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'BERT DATABITS'`

(SELECT WAVEFORM...) SI COMPENSATION

ON zeigt an, daß die SI-Kompensation von WinIQSIM in die Waveform eingerechnet wurde. Da der SMIQ unabhängig davon immer die SI-Kompensation einrechnet, wird sie in WinIQSIM ausgeschaltet, wenn die Waveform speziell für den SMIQ berechnet wird. Ist jedoch z.B. bei einer für den AMIQ berechneten Waveform die Kompensation eingerechnet, so wird sie vom SMIQ wieder zurückgerechnet.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'SI COMPENSATED'`

IF SIGNAL

ON zeigt an, daß die Waveform von WinIQSIM in ein ZF-Signal umgerechnet wurde. Dieses Signal ist nicht als normaler IQ-Vektor vorgesehen. Der Anwender kann es aber dem I-Kanal-Ausgang entnehmen und als ZF-Signal einspeisen.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'IF_SIGNAL'`

SYSTEM

Zeigt den Standard an, mit dem die Waveform in WinIQSIM berechnet wurde. Derzeit sind in WinIQSIM definiert: Single Carrier, Multi Carrier, Multi Carrier Mixed Signal, 3GPP W-CDMA, IS-95, CDMA2000 und Import.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'SYSTEM'`

CREATION DATE

Anzeige des Erzeugungsdatums der Waveform. Dient dem Anwender nur zur Information und wird automatisch bei der Berechnung in WinIQSIM hinzugefügt.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'DATE'`

COMMENT

Dient dem Anwender nur zur Information und kann in WinIQSIM als Kommentartext eingegeben werden.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'COMMENT'`

COPYRIGHT

Zeigt an, ob die Waveform mit der geschützten Software WinIQSIM erzeugt wurde.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:TAG? 'COPYRIGHT'`

SMIQ SERIAL NUMBER

Ist wichtig, wenn die Kurve in WinIQSIM mit IQ FILTER = ON erzeugt wurde. Dann sind zur Kompensation Filter-Koeffizienten verwendet worden, die optimal nur für den SMIQ mit dieser Seriennummer gültig sind. In allen anderen Fällen wird eine Warnung ausgegeben.

2.2.3 Menü ARB MOD - DELETE WAVEFORM

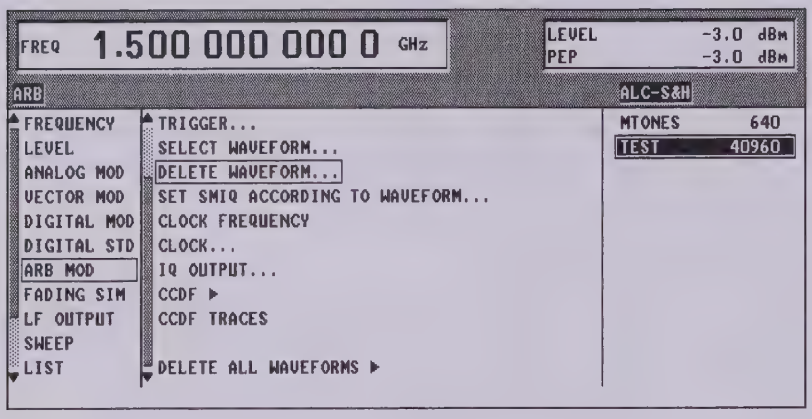


Bild 2-9 Menü ARB MOD - DELETE WAVEFORM...

DELETE WAVEFORM... Öffnet ein Fenster zur Auswahl einer ARB-Waveform, die gelöscht werden soll. Es wird rechts eine Liste von ARB Waveforms mit Längenangabe angeboten, aus denen der Anwender eine Waveform auswählen kann.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:WAV:DEL 'TEST'`

2.2.4 Menü ARB MOD - SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM

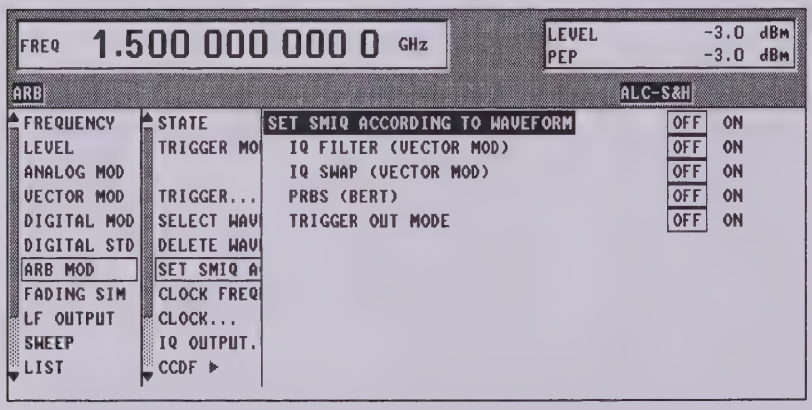


Bild 2-10 Menü ARB MOD - SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM

SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM... Öffnet ein Fenster zur Konfiguration der automatischen Einstellung von SMIQ-Parametern.

SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM

ON Es werden grundsätzlich Einstellungen des SMIQ aus den Informationen der gerade zu ladenden Waveform vorgenommen.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:STAT ON`

OFF Es werden keine Einstellungen vorgenommen, auch wenn die nachfolgenden Konfigurationen auf ON eingestellt sind. CLOCK FREQUENCY im Menü ARB MOD wird jedoch immer gesetzt.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:STAT OFF`

(SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM...)

....IQ FILTER (VECTOR MOD)

Der Parameter IQ FILTER (Filter der LACP Option SMIQB47) im Menü VECTOR MOD wird gesetzt. Falls eine Waveform in WinIQSIM mit den Frequenzgängen dieses Filters kompensiert wurde, so sollte dieses Filter auch eingeschaltet werden. Es wird eine Warnung für den Fall erzeugt, daß die Waveform kompensiert ist, aber nicht für einen SMIQ mit dieser Seriennummer bzw. wenn im SMIQ diese Option nicht installiert ist.

ON Parameter wird gesetzt
IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:DM:IQF ON`

OFF Parameter wird nicht gesetzt
IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:DM:IQF OFF`

...IQ SWAP (VECTOR MOD)

Der Parameter IQ SWAP im Menü VECTOR MOD wird gesetzt. Wenn eine Waveform in WinIQSIM für diesen Modus erzeugt wurde, sollte dieser auch eingeschaltet werden. Es wird eine Warnung erzeugt für den Fall, daß der Parameter nicht wie in der Waveform angegeben gesetzt ist.

ON Parameter wird gesetzt
IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:DM:IQSW ON`

OFF Parameter wird nicht gesetzt
IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:DM:IQSW OFF`

...PRBS (BERT)

Der Typ der PRBS im Menü BERT wird gesetzt. Wenn eine Waveform in WinIQSIM mit dieser PRBS erzeugt wurde, sollte diese auch bei der BER-Messung ausgewählt werden. Es wird eine Warnung erzeugt für den Fall, daß der Parameter nicht wie in der Waveform angegeben gesetzt ist.

ON Parameter wird gesetzt
IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:BERT:TYPE ON`

OFF Parameter wird nicht gesetzt
IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:BERT:TYPE OFF`

...TRIGGER OUT MODE

Die Parameter TRIGGER OUT1 MODE und TRIGGER OUT2 MODE im Menü ARB MOD TRIGGER... werden gesetzt. Damit kann der Anwender von WinIQSIM aus die Funktion der Triggerausgänge des SMIQ auswählen (siehe Menü TRIGGER).

ON Parameter wird gesetzt
IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:TRIG:MODE ON`

OFF Parameter wird nicht gesetzt
IEC-Bus-Befehl `:ARB:ASET:TRIG:MODE OFF`

2.2.5 Menü ARB MOD - CLOCK...

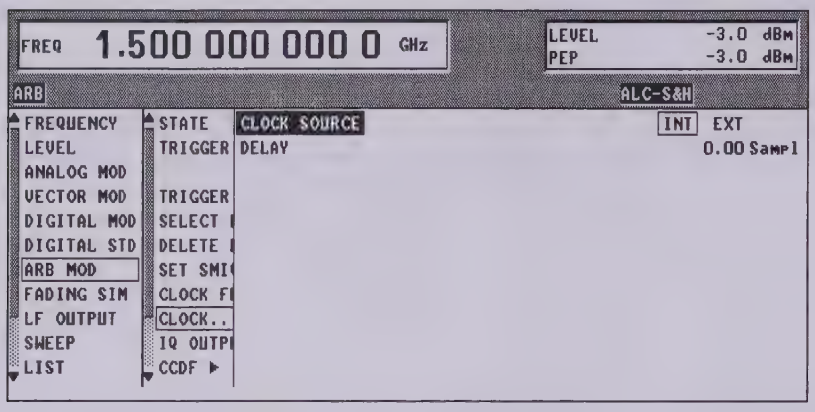


Bild 2-11 Menü ARB MOD - CLOCK...

CLOCK... Öffnet ein Fenster zur Auswahl der Taktquelle und der Verzögerung des Taktsignals.

CLOCK SOURCE Gibt die Quelle für den Sample Takt vor.

INT Takt wird intern erzeugt.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:CLOC:SOUR INT`

EXT Takt muß an der Buchse eingespeist werden.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:CLOC:SOUR EXT`

DELAY Verzögerung des Modulationssignals gegenüber dem Taktsignal. Dies kann zum Beispiel zur Synchronisation mit einem zweiten Gerät eingesetzt werden, um eine zeitliche Synchronität der Modulationssignale beider Geräte zu erzielen.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:CLOC:DEL 0.55`

2.2.6 Menü ARB MOD - IQ OUTPUT...

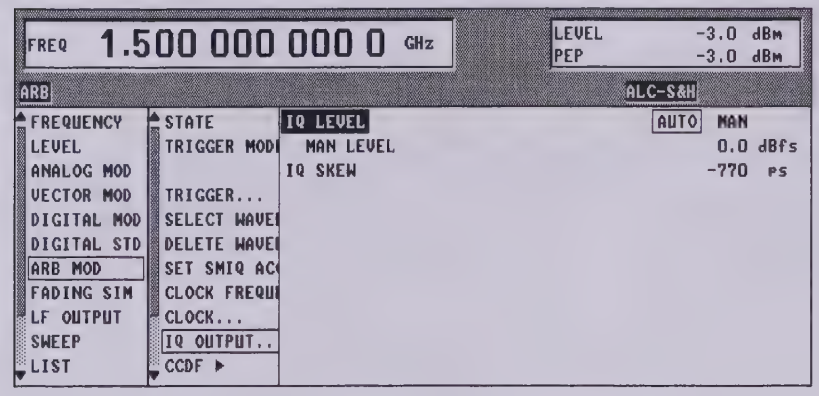


Bild 2-12 Menü ARB MOD - IQ OUTPUT...

IQ OUTPUT... Öffnet ein Fenster zur Eingabe des IQ-Pegels und dessen automatischer Einstellung.

IQ LEVEL Gibt die Betriebsart für die Einstellung des IQ-Pegels vor.

AUTO Der Pegel wird automatisch auf einen maximalen Summenvektor von 0,5 V für die Vollaussteuerung des IQ-Modulators eingestellt. Die folgende Pegeleingabe ist wirkungslos.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:IQ:LEV:MODE AUTO`

MAN Der Pegel wird mit der nachstehenden Pegeleingabe eingestellt. Bei Werten über 0 dB können die Daten des Gerätes nicht mehr garantiert werden, weil der Ausgangspegel begrenzt wird. Andererseits kann damit z.B. der Rauschabstand vergrößert werden.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:IQ:LEV:MODE MAN`

MAN LEVEL Gibt den IQ-Pegel bezogen auf Vollaussteuerung an.

Bereich: -6 ... 3 dBfs

IEC-Bus-Befehl `:ARB:IQ:LEV -2.5DB`

IQ SKEW Gibt die Laufzeitdifferenz zwischen I- und Q-Kanal an. Positive Werte bedeuten, daß der I-Kanal gegenüber dem Q-Kanal verzögert ist.

IEC-Bus-Befehl `:ARB:IQ:SKEW -250 ps`

3 Fernbedienung - Arbitrary Waveform Generator

3.1 ARB-System - Beschreibung der IEC-Bus-Befehle

Zur Erläuterung von Waveform-Formaten und Tags siehe Abschnitt "ARB-Waveform-Format" im Anschluß an die Ausführungen zu den IEC-Bus-Befehlen.

Befehl	Parameter	Default Einheit	Bemerkungen
:ARB			
:STATe	ON | OFF		
:SEQuence	AUTO | RETRigger | AAUTo | ARETrigger		
:WAVeform			
:SELect	'name'		
:DELete	'name'		Keine Abfrage
:DATA	'name',<blockdata>		Nicht rücklesbar
:CATalog?	⇒ name[,name]...		Nur Abfrage
:LENGth?	⇒ n		Nur Abfrage
:TAG? '<tagname>'	⇒ <string>		Nur Abfrage
:FREE?	⇒ n		Nur Abfrage
:POINts?	⇒ n		Nur Abfrage
:TRIGger			
:SOURce	INTernal | EXTernal		
:DELay	0...65 535	(clocks)	
:INHibit	0...67.1E6	(clocks)	
:OUTPut<i>	mit <i> = [1] | 2		
:POLarity	POSitive | NEGative		
:DELay	0...524 255	(clocks)	
:MODE	USER | 'mode_string'		
CATalog?	⇒ name[,name]...		Nur Abfrage
:ONTime	0...524 255	(clocks)	
:OFFTime	0...524 255	(clocks)	
:ASET			
:STATe	ON | OFF		
:DM			
:IQFilter	ON | OFF		
:IQSWap	ON | OFF		
:BERT			
:TYPE	ON | OFF		
:TRIGger			
:MODE	ON | OFF		
:CLOCk	1 kHz...40.0 MHz	Hz	
:SOURce	INTernal | EXTernal		
:DELay	0.0...0.99	(clocks)	
:IQ			
:LEVel	-3...6	dB	
:MODE	MANuell | AUTO		
:SKEW	-1000...1000	ps	

:ARB:STATe ON | OFF

Der Befehl schaltet den Arbitrary Waveform Generator ein (ON) oder aus (OFF).

Beispiel: `:ARB:STAT ON` *RST-Wert ist OFF

:ARB:SEQuence AUTO | RETRigger | AAUTo | ARETrigger

Der Befehl konfiguriert die Ablaufsteuerung der ARB-Betriebsart.

AUTO Die Waveform wird zyklich wiederholt.

RETRigger Zyklische Wiederholung; bei Trigger wird neu gestartet.

AAUTo Armed Auto; startet nach Trigger; weitere Trigger werden ignoriert.

ARETrigger Armed Retrigger; startet nach Trigger, jeder neue Trigger führt zu einem Neustart.

Beispiel: `:ARB:SEQ RETR` *RST-Wert ist AUTO

:ARB:WAVeform:SELect '<name>'

Mit diesem Befehl wird eine Waveform als aktive Waveform ausgewählt.

Beispiel: `:ARB:WAV:SEL 'name'`

:ARB:WAVeform:DELete '<name>'

Mit diesem Befehl wird eine Waveform ausgewählt, die gelöscht werden soll. Dieser Befehl löst ein Ereignis aus und hat deshalb keinen *RST-Wert.

Beispiel: `:ARB:WAV:DEL 'name'`

:ARB:WAVeform:DATA '<name>', <binary block data>

Mit diesem Befehl werden die Waveform-Daten in den SMIQ geladen und unter dem Namen gespeichert. Ausführlichere Informationen hierzu sind dem folgenden Abschnitt "ARB-Waveform-Format" zu entnehmen.

Beispiel: `:ARB:WAV:DATA 'name'`

:ARB:WAVeform:CATalog?

Mit diesem Befehl wird die Liste aller Waveforms aufgerufen.

Beispiel: `:ARB:WAV:CAT?`

:ARB:WAVeform:CATalog:LENGth?

Mit diesem Befehl wird die Anzahl der Waveforms in der Liste abgefragt.

Beispiel: `:ARB:WAV:CAT:LENG?`

:ARB:WAVeform:TAG? '<tagname>'

Der Befehl fragt den Inhalt eines Tags ab. Ausführlichere Informationen zu Tags sind dem folgenden Abschnitt "ARB-Waveform-Format" zu entnehmen.

Beispiel: `:ARB:WAV:TAG 'tagname'`

:ARB:WAVeform:FREE?

Mit diesem Befehl wird der freie Speicher für weitere Waveforms abgefragt.

Beispiel: `:ARB:WAV:FREE?`

:ARB:WAVeform:POINts?

Mit diesem Befehl wird die Anzahl der in einer Waveform enthaltenen Samples angegeben.

Beispiel: `:ARB:WAV:POIN?`

:ARB:TRIGger:SOURce INTernal | EXTernal

Der Befehl erlaubt die Konfiguration der Triggerquelle.

INT Triggerung über IEC-Bus oder den Execute-Befehl der Handbedienung.

EXT Triggerung über den externen Triggereingang.

Beispiel: `:ARB:TRIG:SOUR EXT` *RST-Wert ist INT

:ARB:TRIGger:DELay 0...65 535

Der Befehl gibt die Trigger-Verzögerung (in Anzahl von Samples) an.

Beispiel: `:ARB:TRIG:DEL 234` *RST-Wert ist 0

:ARB:TRIGger:INHibit 0...67.1E6

Der Befehl stellt die Retrigger-Unterdrückungsdauer (in Anzahl von Samples) ein.

Beispiel: `:ARB:TRIG:INH 345` *RST-Wert ist 0

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:POLarity POSitive | NEGative

Der Befehl legt die Polarität der Signale am Triggerausgang fest.

POSitive positive Spannung im aktiven Zustand

NEGative Spannung 0 oder gering positiv im aktiven Zustand

Beispiel: `:ARB:TRIG:OUTP2:POL POS` *RST-Wert ist NEG

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:DELay 0...524 255

Der Befehl bestimmt die Verzögerung des Signals am Triggerausgang in Anzahl von Samples.

Beispiel: `:ARB:TRIG:OUTP2:DEL 765` *RST-Wert ist 0

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:MODE USER | 'mode_string'

Der Befehl ermöglicht die Auswahl eines Modus zur Erzeugung der Trigger-Ausgangssignale. Dabei werden die Zählerstände für ON TIME und OFF TIME gesetzt.

Beispiel: `:ARB:TRIG:OUTP2:MODE USER` *RST-Wert ist USER

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:MODE:CATalog?

Der Befehl gibt eine Liste aller verfügbaren Modi aus.

Beispiel: `:ARB:TRIG:OUTP2:MODE:CAT?`

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:ONTime 0...524 255

Dieser Befehl setzt die Länge des aktiven Zustands der ausgehenden Triggersignale (in Anzahl von Samples). Einstellung nur möglich, wenn `:ARB:TRIG:OUTP:MODE` auf `USER` eingestellt ist.

Beispiel: `:ARB:TRIG:OUTP2:ONT 765` *RST-Wert ist 0

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:OFFTime 0...524 255

Dieser Befehl setzt die Länge des nicht-aktiven Zustands der ausgehenden Triggersignale (in Anzahl von Samples). Einstellung nur möglich, wenn `:ARB:TRIG:OUTP:MODE` auf `USER` eingestellt ist.

Beispiel: `:ARB:TRIG:OUTP2:OFFT 765` *RST-Wert ist 0

:ARB:ASET:STATe ON | OFF

Dieser Befehl schaltet die automatische Einstellung von SMIQ-Parametern durch die zu ladende Waveform ein (ON) oder aus (OFF).

Beispiel: `:ARB:ASET:STAT ON` *RST-Wert ist OFF

:ARB:ASET:DM:IQFilter ON | OFF

Mit diesem Befehl wird der Parameter IQ FILTER im Menü VECTOR MOD gesetzt (ON) oder er bleibt unbeeinflußt (OFF). Befehle `:DM:IQ:FILT:STAT` und `:DM:IQ:FILT:FREQ`.

Beispiel: `:ARB:ASET:DM:IQF ON` *RST-Wert ist OFF

:ARB:ASET:DM:IQSWap ON | OFF

Mit diesem Befehl wird der Parameter IQ SWAP im Menü VECTOR MOD gesetzt (ON) oder er bleibt unbeeinflußt (OFF). Befehl `:DM:IQSW:STAT`.

Beispiel: `:ARB:ASET:DM:IQSW ON` *RST-Wert ist OFF

:ARB:ASET:BERT:TYPE ON | OFF

Mit diesem Befehl wird die Einstellung des Typs der PRBS im Menü BERT vorgenommen (ON) oder sie bleibt unbeeinflußt (OFF). Befehl `:BERT:SET:TYPE`.

Beispiel: `:ARB:ASET:BERT:TYPE ON` *RST-Wert ist OFF

:ARB:ASET:TRIGger:MODE ON | OFF

Mit diesem Befehl werden die Parameter TRIGGER OUT1 MODE und TRIGGER OUT2 MODE im Menü ARB MOD TRIGGER...gesetzt. Befehl `:ARB:TRIG:OUTP:MODE`.

Beispiel: `:ARB:ASET:TRIG:MODE ON` *RST-Wert ist OFF

:ARB:CLOCk 1kHz...40.0 MHz

Der Befehl bestimmt den Eingabewert für den Sample-Takt.

Beispiel: `:ARB:CLOC 4.096MHz` *RST-Wert ist 0

:ARB:CLOCk:SOURce INTernal | EXTernal

Mit diesem Befehl wird die Quelle für den Sample-Takt gewählt.

INTernal Der interne Clockgenerator wird verwendet.

EXTernal Der Takt wird extern an der Buchse eingespeist.

Beispiel: `:ARB:CLOC:SOUR EXT` *RST-Wert ist INT

:ARB:CLOCk:DELay 0.0...0.99

Der Befehl stellt die Verzögerung des Modulationssignals gegenüber dem Taktsignal ein.

Beispiel: `:ARB:CLOC:DEL 0.55` *RST-Wert ist 0

:ARB:IQ:LEVel –3 dB...+6 dB

Der Befehl stellt den IQ-Pegel bezogen auf Vollaussteuerung ein.

Beispiel: `:ARB:IQ:LEV 1` *RST-Wert ist 0

:ARB:IQ:LEVel:MODE MANuell | AUTO

Der Befehl wählt die Betriebsart für die Einstellung des IQ-Pegels.

MANuell Pegeleinstellung mit nachstehender Eingabe.

AUTO Automatische Pegeleinstellung auf 0,5 V.

Beispiel: `:ARB:IQ:LEV:MODE MAN` *RST-Wert ist AUTO

:ARB:IQ:SKEW –1000...1000 ps

Der Befehl stellt die Laufzeitdifferenz zwischen I- und Q-Kanal ein.

Beispiel: `:ARB:IQ:SKEW -250ps` *RST-Wert ist 0

3.2 ARB-Waveform-Format

Waveform-Format

Das Waveformat wird – „eingepackt" in einen Binärblockbefehl – zur Übertragung über den IEC-Bus und die serielle Schnittstelle verwendet.

Tags

Es wird ein tag-orientiertes Format verwendet. Tags sind in sich abgeschlossene Informationseinheiten. Sie haben das allgemeine Format

{Name: Daten} oder **{Name-Länge: Daten}**

Der Doppelpunkt trennt Namensteil und Datenteil. Zur besseren Lesbarkeit folgt auf den Doppelpunkt immer ein Leerzeichen.

Der **Name** identifiziert den Tag. Er wird immer in Großbuchstaben angegeben.

Die **Daten** sind tag-spezifisch, in den meisten Fällen aber ASCII-Klartext.

Die **Länge** gibt die Anzahl der Bytes eines WAVEFORM-Tags an und setzt sich zusammen aus:

	Anzahl der Stellen des **Start**-Wertes	(1 ... 7)
+	Länge von ", **#**"	(2 Bytes)
+	Anzahl der I/Q-Pärchen * 4	(2 Bytes je I- und Q-Wert).

Mehrere Tags in einer Waveform

Tags können verschachtelt werden. Im Normalfall ist die Reihenfolge der Tags innerhalb einer Waveform irrelevant, es kann aber Ausnahmen geben. Alle Tags können, müssen aber nicht in einer Waveform enthalten sein. Ausnahmen sind bei den Tags selbst beschrieben.

Unbekannte Tags werden vom SMIQ nicht ausgewertet. Sie werden aber unverändert und ohne Fehlermeldung abgespeichert und können zurückgelesen werden.

Folgende Tags sind definiert:

{TYPE: magic, xxxxxxxx} **(unabdingbar)**

Der *TYPE*-Tag identifiziert diese Waveform als gültige SMIQ-Waveform. Er muß vorhanden sein und er muß der erste in der Waveform sein! xxxxxxxx ist eine ASCII-codierte Prüfsumme über den Datenbereich des *WAVEFORM*-Tags in dieser Waveform. Sie berechnet sich nach folgendem Algorithmus, wobei 'start' ein Zeiger auf das erste Byte hinter dem '#'-Zeichen im *WAVEFORM*-Tag ist und 'length' die Anzahl der Bytes zwischen 'start' und der schließenden geschweiften Klammer (diese nicht mitgerechnet; 'length' muß ohne Rest durch 4 teilbar sein):

```
UINT32 checksum(void *start, UINT32 length)
 {
 UINT32 i, result = 0xA50F74FF;

 for(i=0; i < length/4; i++)
  result = result ^ ((UINT32 *)start)[i];

 return(result);
 }
```

Die Prüfsumme wird vom SMIQ zur Erkennung von Übertragungsfehlern verwendet. Enthält der *TYPE*-Tag 0 oder einen nicht-numerischen Wert für die Prüfsumme, so wird sie vom SMIQ ignoriert.

'magic' bezeichnet den Typ der Waveform und hat folgenden Wert:

WV Die Waveform ist vollständig und in sich abgeschlossen. Wenn sie auf dem Zielmedium schon existiert, überschreibt sie die alte Version.

Hinweis: *Eine Versionsnummer für Waveform ist wegen ihrer flexiblen, auf Tags basierenden Form nicht nötig.*

{CLOCK: frequency} **(unabdingbar)**

Der Tag gibt die Taktfrequenz an, mit der die Waveform ausgegeben werden soll. Eine Abfrage von `ARB:CLOCk?` nach Laden der Waveform gibt den mittels `{CLOCK:...}`-Tag eingestellten Wert zurück.

{COMMENT: string} **(Wichtig für TYPE = WV_ADD)**

Der Tag enthält einen Klartext-ASCII-String mit beliebiger Länge. Der String wird im SMIQ nicht ausgewertet, er dient zur Ausgabe von Stichworten auf dem PC und zur Beschreibung der Waveform. Der String darf alle druckbaren ASCII-Zeichen mit Ausnahme der schließenden geschweiften Klammer enthalten.

{COPYRIGHT: string} **(wahlweise)**

Der Tag enthält den Namen, auf den WinIQSIM (oder andere Programme zur Waveformgenerierung) registriert wurde. Der String darf alle druckbaren ASCII-Zeichen mit Ausnahme der schließenden geschweiften Klammer enthalten.

{DATE: yyyy-mm-dd;hh:mm:ss} **(wahlweise)**

Der Tag enthält Datum und Uhrzeit, an dem die Waveform erstellt wurde. Das Jahr ist vierstellig anzugeben. Der SMIQ wertet diese Informationseinheit Tag nicht aus.

{WAVEFORM-Länge: 0,#xxxxxxxxxxxx...} **(unabdingbar)**

Der Tag enthält die eigentlichen Waveformdaten.

Länge gibt die Anzahl der Bytes eines WAVEFORM-Tags an und setzt sich zusammen aus:

+ Länge von ", #"	(2 Bytes)
+ Anzahl der I/Q-Pärchen * 4	(2 Bytes je I- und Q-Wert).

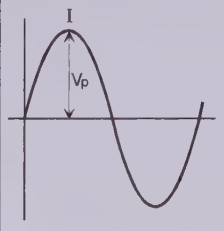
Beispiel:

{WAVEFORM-403␣0,#I Q I Q I Q I Q ..... I Q }
403 Bytes

xxxxxxx... sind Binär(!)daten, die jeweils abwechselnd I- und Q-Samples enthalten, wobei mit einem I-Sample begonnen wird. Jedes Sample besteht aus zwei Bytes, wobei das niederwertigste (LSByte) zuerst steht.

Die zwei Bytes eines Samples überdecken den Wertebereich 0x300 ... 0xFD00 (768 ... 64768). Dieser Wert wird unverändert dem Waveform-D/A-Wandler übergeben.

Es ergeben sich an den IQ-Ausgangsbuchsen des SMIQ unterschiedliche Ausgangspegel:

	Binär-Wert des Samples identisch mit dem Wert des Waveform-D/A-Wandler	**Unsymmetrische Ausgänge** Amplitude V_p an 50 Ω zwischen Innen- und Außenleiter der I- und Q-Ausgänge  Darstellung gilt auch für Q-Ausgang
OUTP:I|Q FIX	0x300 (768) 0x8000 (32768) 0xFD00 (64768)	0 V 0,25 V 0,5 V
OUTP:I|Q VAR	0x300 (768) 0x8000 (32768) 0xFD00 (64768)	0 V 0,5 V 1 V
OUTP:I|Q INV Waveform um 180° phasenverschoben gegenüber VAR, Pegel identisch		

3.2.1 Erstellen einer Waveform "von Hand"

Das Erstellen einer Datei SICO.WV wird am Beispiel einer Sinusschwingung auf dem I-Kanal und einer Cosinusschwingung auf dem Q-Kanal mit jeweils 20 Punkten erklärt.
Die Sinus- und Cosinus-Werte werden mit einem kurzen Programm in der Programmiersprache C erzeugt (siehe anschließendes Beispiel zur Erstellung eines C-Programms) und liegen in der Datei SICO.TXT vor.

Inhalt von SICO.TXT:

```
Sinus (I)     Cosinus (Q)
0.000000 1.000000
0.309017 0.951057
0.587785 0.809017
0.809017 0.587785
0.951057 0.309017
1.000000 -0.000000
0.951056 -0.309017
0.809017 -0.587785
0.587785 -0.809017
0.309017 -0.951056
-0.000000 -1.000000
-0.309017 -0.951057
-0.587785 -0.809017
-0.809017 -0.587785
-0.951056 -0.309017
-1.000000 0.000000
-0.951056 0.309017
-0.809017 0.587785
-0.587785 0.809017
-0.309017 0.951057
```

Die Dezimalwerte in SICO.TXT sollten so normiert sein, daß sie zwischen –1,0 und +1,0 liegen.
Der Inhalt dieser Datei ist der Ausgangspunkt für die Erzeugung der Datei SICO.WV!

Um dem SMIQ diese Waveformdaten mitteilen zu können, müssen sie binär kodiert in einer dafür vorgesehenen WAVEFORM-Informationseinheit verpackt werden.

Der SMIQ kennt eine Vielzahl von Informationseinheiten, die kurz mit *Tag* bezeichnet werden. Ein *Tag* enthält einen Namen und einen Datensatz und ist eingeschlossen in geschweiften Klammern. *Tag* kommt aus dem englischen und bedeutet Etikette oder Anhängezettel. Es handelt sich also um einen Datensatz, versehen mit einem „Anhängezettel", der dem SMIQ angibt, was er mit dem Datensatz anfangen soll (siehe auch Abschnitt „ARB-Waveform-Format" und Schritt 3 der nachstehenden Anleitung).

Die Vorgehensweise zur Erstellung der Datei SICO.WV wird nun in einzelnen Schritten erläutert:

Schritt 1

Die Werte aus der Datei SICO.TXT müssen in ein Binärformat, bestehend aus vorzeichenlosen ganzen Zahlen mit 16 Bit Breite, konvertiert werden, wobei der Zahlenbereich –1,0...+1,0 dem Aussteuerungsbereich des Waveform-D/A-Wandlers von 64000 entspricht.

+1.0 →	64768	⎫
0.0 →	32768	⎬ 64000
-1.0 →	768	⎭

Für die Erstellung des Binärdatensatzes aus den ASCII-Werten der Datei SICO.TXT ist wieder ein C-Programm hilfreich (siehe anschließendes Beispiel zur Erstellung eines C-Programms). Es legt den entsprechenden Binärdatensatz in der Datei SICO.WV ab.

Der Inhalt der Datei SICO.WV lautet somit:

IQIQIQIQIQIQI ... IQ

Bemerkung: *Binärwerte können in einem Dokument nicht dargestellt werden (unleserliches Zeichegewirr). Deshalb hier und weiterhin die Kennzeichnung mit IQIQIQ.*

Schritt 2

In der Datei SICO.WV liegt nun der binäre Datensatz der 20 I/Q-Pärchen vor. Bevor aber der binäre Datensatz in Schritt 3 bearbeitet wird, muß unbedingt das TYPE-Tag

{TYPE: WV, xxxxxxx} vorangestellt werden.

Das TYPE-Tag muß der erste Eintrag in der Waveform sein und teilt dem SMIQ mit, daß es sich um eine gültige SMIQ-Waveform handelt.

WV bedeutet, daß es sich um eine in sich abgeschlossene Waveform handelt.

xxxxxxx ist die Prüfsumme zur Waveform. Zur Vereinfachung unseres Beispiels wird **0** angegeben, d.h. vom SMIQ wird keine Prüfsumme ausgewertet.

Um das TYPE-Tag in die Datei SICO.WV einzutragen, bedient man sich eines ASCII-Editors, der in der Lage ist, auch Binärdaten zu handhaben, wie z.B. der Microsoft Windows Editor NOTEPAD.EXE.

Der Inhalt der Datei SICO.WV lautet somit jetzt:

```
{TYPE: WV, 0}
IQIQIQIQIQIQIQIQIQI ... IQ
```

Schritt 3

Die Binärdaten müssen nun in einem WAVEFORM-Tag mit folgendem Aufbau verpackt werden.

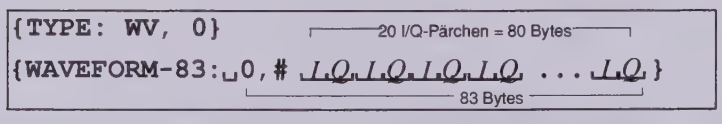
{WAVEFORM-Länge: ␣Start,#*IQIQIQIQIQIQIQIQIQI ... IQ*}

Das WAVEFORM-Tag setzt sich aus folgenden Zeichen und Daten zusammen:

{	Eröffnet jedes Tag.
WAVEFORM	Name des Tags für Waveformdaten.
-	Trennt den Namen von der Längenangabe.
Länge	Länge des Datensatzes. **Länge** gibt die Anzahl der Bytes des Datensatzes an und setzt sich zusammen aus: Anzahl der Stellen des **Start**-Wertes (1 ... 7, in unserem Beispiel 1) + Länge von ", #" (2 Bytes) + Anzahl der I/Q-Pärchen * 4 (2 Bytes je I- und Q-Wert). Für unser Beispiel einer Sinus- und Cosinusschwingung mit jeweils 20 Pärchen und mit der Startadresse 0 im Ausgabespeicher des SMIQ ergibt sich somit als Längenangabe **83**.
: ␣	Trennt Namen und Länge vom Rest des Datensatzes. Das Leerzeichen ␣ kann weggelassen werden.
Start	Adresse im Ausgabespeicher des SMIQ, wo die nachfolgenden Samples abgelegt werden sollen. Für unser Beispiel sowie für die meisten Anwendungsfälle ist dies die '0'.
,#	Kennzeichnet den Beginn der Binärdaten.
IQIQIQ	Binärdatensatz. Die Binärdaten enthalten abwechselnd die I- und Q-Werte, wobei mit einem I-Wert begonnen wird. Jeder Wert besteht aus 2 Bytes, wobei mit dem niederwertigsten Byte begonnen wird.
}	Beendet jedes Tag.

Mit dem binärzeichenfähigen Editor wird nun dem Binärdatensatz der Schriftzug "**{WAVEFORM-83: ␣0,#**" vorangestellt und '**}**' angefügt.

Der Inhalt der Datei SICO.WV für 20 I/Q-Pärchen und Startadresse 0 im SMIQ ergibt sich dann wie folgt und ist bereits funktionsfähig:



Die Tags TYPE und WAVEFORM sind mindestens in jeder Waveform anzugeben. Alle anderen im Abschnitt „ARB-Waveform-Format" beschriebenen Tags sind optional und können hinter dem Tag TYPE in beliebiger Reihenfolge hinzukombiniert werden, z.B.

```
{TYPE: WV,0}
{COMMENT: I/Q=sine/cosine, 20 points, clock 10 MHz}
{CLOCK: 10e6}
{FILTER: 2,5MHz}
{WAVEFORM-83: ␣0,#IQIQIQIQIQIQ ... IQ}
```

C-Programm zur Erstellung der Waveform SICO.TXT mit 20 Sinus- und Cosinus-Pärchen:

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>

void main (void)
{
#define SAMPLES 20
int i;
float grad,rad;
FILE *logging_fp;

logging_fp = fopen("SICO.TXT", "w");

for (i = 0; i < SAMPLES; i++)
 {
  grad = (360.0 / (float)(SAMPLES)) * (float)i;
  rad = grad * (3.141592654/180.0);
  fprintf (logging_fp,"%f %f\n",sin(rad),cos(rad));
 }
fclose(logging_fp);
}
```

Inhalt der Waveform SICO.TXT:

Sinus (I)	Cosinus (Q)
0.000000	1.000000
0.309017	0.951057
0.587785	0.809017
0.809017	0.587785
0.951057	0.309017
1.000000	-0.000000
0.951056	-0.309017
0.809017	-0.587785
0.587785	-0.809017
0.309017	-0.951056
-0.000000	-1.000000
-0.309017	-0.951057
-0.587785	-0.809017
-0.809017	-0.587785
-0.951056	-0.309017
-1.000000	0.000000
-0.951056	0.309017
-0.809017	0.587785
-0.587785	0.809017
-0.309017	0.951057

Auszug aus einem C-Programm, das aus den in der Waveform SICO.TXT vorliegenden I/Q-Pärchen einen Binärdatensatz erzeugt und unter SICO.WV ablegt:

```
 :
FILE *fp_sour_i,*fp_sour_q,*fp_dest;
unsigned int i_uint, q_uint;
 :
fp_sour = fopen("SICO.TXT", "rt" );
fp_dest = fopen("SICO.WV",  "wb" );
 :
while (1)
 {
  //Read I/Q pair from ASCII file
  if (fscanf (fp_sour,"%f %f",&i_float, &q_float) == EOF)
   break;

  //Convert I/Q pair to unsigned integer
  i_uint = (unsigned int)(32768.0 + (i_float*32000.0)+0.5);
  i_uint &= 0xFFFC; //Mask marker bits
  q_uint = (unsigned int)(32768.0 + (q_float*32000.0)+0.5);
  q_uint &= 0xFFFC; //Mask marker bits

  //Write converted I/Q pair to waveform file
  fwrite (&i_uint,1,2,fp_dest);
  fwrite (&q_uint,1,2,fp_dest);
}
 :
```

3.2.2 Konvertieren einer Waveform mit der Applikations-Software AMIQ-K2

Mit der kostenlosen Applikations-Software AMIQ-K2 von R&S können unterschiedlichste I/Q-Datensätze in SMIQ-Waveforms konvertiert werden. Darüber hinaus übernimmt diese Applikations-Software die Fernsteuerung einiger wichtiger SMIQ-Funktionen sowie das Laden und Starten von Waveforms.

Erhältlich ist diese Applikations-Software im Internet (http://www.rsd.de) unter dem Pfad

Products →
Test and Measurement →
Signal Generation →
IQ Modulation Generator AMIQ →
oder
IQ Simulation Software WinIQSIM →

oder über jede R&S-Vertretung.

Mit der Bedienabfolge

Select Source File(s)
Type Mathcad (mixed)
Source File SICO.TXT
Transmit
Destination
WV formatted SICO.WV

kann aus der Datei SICO.TXT, in dem die I/Q-Pärchen abwechselnd (mixed) vorliegen, schnell eine funktionsfähige Waveform erzeugt werden, die mit WinIQSIM zum SMIQ übertragen werden kann.

3.2.3 AMIQ-kompatible Befehle für die Übertragung und Verwaltung von Waveforms

Zur Beschreibung der AMIQ-Befehle siehe Handbuch zum AMIQ.

AMIQ-Befehl	Parameter	SMIQ-Befehl und Parameter
		:ARB
:MMEMory		**:WAVeform:**
:DATA	'listname',<blockdata>	**DATA** 'listname',<blockdata>
:DATA?	'listname', 'tagname'⇒ tag	**:DATA?** 'listname','tagname' ⇒ tag
:DELete	'listname'	**:DELete** 'listname'
:CATalog?	⇒ name[,name]...	**:CATalog?** ⇒ name[,name]...
:LENGth?	⇒ n	**LENGth?** ⇒ n
:LOAD	RAM,'listname'	**:SELect** 'listname'
:MEMory		
:DATA?	RAM,'tagname' ⇒ tag	**:TAG?** 'tagname'⇒ tag
:NAME?	⇒ listname	**:SELect?**

4 Prüfen der Solleigenschaften

4.1 Prüfablauf

4.1.1 Frequenzgang

Meßmittel

RF-Spektrumanalysator (BHB SMIQ, Tabelle 5-1, Pos. 2)
Rechner mit WinIQSIM ab Version 3.30 und IEC-Bus-Verbindung zum SMIQ

Meßaufbau

➢ Spektrumanalysator an die Buchse I/Q an der Frontplatte am SMIQ anschließen.

Messung

➢ Einstellung am Spektrumanalysator

- LEVEL REF 0.0 dBm
- START FREQUENCY 0 Hz
- STOP FREQUENCY 20 MHz

➢ Einstellung im WinIQSIM

- File -> New -> Multi Carrier Ok
- Carrier Settings
  - No. of Carriers 37
  - Carrier Spacing 1000
  - CW only Mode
  - Channel Definition -> to ch. 30
  - Accept
  - Channel Definition -> to ch. 18
  - Channel Definition -> State OFF
  - Accept
- Ok

  Jetzt sind in 1 MHz Abstand von 1 MHz bis 12 MHz Frequenzlinien angeordnet.
- SMIQ(ARB) -> Transmission...
- ARB Waveform -> Waveform Name „ARBTEST“
- Select
- Transmit

  Jetzt befindet sich die Kurvenform im SMIQ.

➢ SMIQ

- ARB MOD -> SELECT WAVEFORM... -> WAVEFORM... „ARBTEST“
- ARB MOD -> STATE ON

➢ Meßablauf

- Marker auf 1 MHz
- Delta Marker auf 12 MHz
- Die abgelesene Pegeldifferenz ist der gesuchte Frequenzgang.
- Gleiche Messung für I und Q durchführen

4.1.2 Gleichspannungs-Offset

Meßaufbau

AC/DC-Voltmeter an die Buchse I bzw. Q an der Frontplatte am SMIQ anschließen.

Einstellungen am SMIQ wie oben (Frequenzgang).

Messung des Gleichspannungs-Offsets

➢ Meßablauf

- Eingangstiefpaß 100 Hz des Voltmeters einschalten.
- Gleichspannung auf I messen = U_I
- Gleichspannung auf Q messen = U_Q
- Offset ausrechnen:

$$Offset = 20 \cdot \log\left(\frac{1.0V}{\sqrt{U_I^{\,2} + U_Q^{\,2}}}\right)$$

Gleiche Messung für I und Q durchführen.

4.1.3 Spurious-Free Dynamic Range (SFDR)

Meßmittel

RF-Spektrumanalysator (BHB SMIQ, Tabelle 5-1, Pos. 2)

Rechner mit WinIQSIM ab Version 3.30 und IEC-Bus-Verbindung zum SMIQ

Meßaufbau

Spektrumanalysator an die Buchse I bzw. Q an der Frontplatte am SMIQ anschließen.

Messung

➢ Einstellung am Spektrumanalysator
- LEVEL REF 10.0 dBm
- START FREQUENCY 0 Hz
- STOP FREQUENCY 20 MHz

➢ Einstellung im WinIQSIM
- File -> New -> Multi Carrier Ok
- Carrier Settings
  - No. of Carriers 3
  - Carrier Spacing 1000
  - CW only Mode
  - Channel Definition -> to ch. 1
  - Channel Definition -> State OFF
  - Accept
- Ok

  Das erzeugt je eine Sinusfunktion mit 1 MHz auf I- und Q-Kanal.
- SMIQ(ARB) -> Transmission...
- ARB Waveform -> Waveform Name „ARBTEST“
- Select
- Transmit

  Jetzt befindet sich die Kurvenform im SMIQ.

➢ Einstellungen am SMIQ
- ARB MOD -> SELECT WAVEFORM... -> WAVEFORM... „ARBTEST“
- ARB MOD -> STATE ON

➢ Meßablauf
- Marker auf 1 MHz
- Delta-Marker auf höchste Seitenlinie im Bereich 0...12 MHz

• Die abgelesene Pegeldifferenz ist der gesuchte SFDR.

➢ Gleiche Messung für I und Q durchführen.

4.1.4 Pegeldifferenz der Kanäle

Meßmittel

AC/DC-Voltmeter (BHB SMIQ, Tabelle 5-1, Pos. 19)
Rechner mit WinIQSIM ab Version 3.30 und IEC-Bus-Verbindung zum SMIQ

Meßaufbau

AC/DC-Voltmeter an die Buchse I/Q an der Frontplatte am SMIQ anschließen.

Messung

➢ Einstellung am AC/DC-Voltmeter
- Mode AC
- Unit V

➢ Einstellung im WinIQSIM

- File -> New -> Multi Carrier Ok
- Carrier Settings
  - No. of Carriers 3
  - Carrier Spacing 1
  - CW only Mode
  - Channel Definition -> to ch. 1
  - Channel Definition -> State OFF
  - Accept
- Ok

  Das erzeugt je eine Sinusfunktion mit 1 kHz auf I- und Q-Kanal.
- SMIQ(ARB) -> Transmission...
- ARB Waveform -> Waveform Name „ARBTEST“
- Select
- Transmit

  Jetzt befindet sich die Kurvenform im SMIQ.

➢ Einstellungen am SMIQ

- ARB MOD -> SELECT WAVEFORM... -> WAVEFORM... „ARBTEST“
- ARB MOD -> STATE ON

➢ Meßablauf

- RMS-Spannung auf I ablesen = U_I
- RMS-Spannung auf Q ablesen = U_Q

• Pegeldifferenz ausrechnen:

$$Pegeldifferenz = \frac{|U_Q - U_I|}{U_I} \cdot 100\%$$

4.2 Performance Test-Protokoll

Die Solldaten und Grenzwerte entnehmen Sie bitte dem mit dem Gerät gelieferten Datenblatt.

Eigenschaft	Min.	Ist	Max.	Einheit
ARB MOD SMIQB60				
Betragsfrequenzgang bis 12 MHz				dB
Offset im Mode Normal				dB
Spurious-Free Dynamic Range, Sinus 1 MHz bis 12 MHz				dB
Pegeldifferenz der Kanäle, Sinus 1 kHz				%

ROHDE&SCHWARZ
Test and Measurement
Division

Operating Manual

Option SMIQB60

Arbitrary Waveform Generator

1136.4390.02

Printed in the Federal
Republic of Germany

Contents

1 Installing Option SMIQB60 ..... 1.1

2 Manual Operation 2.1

2.1 Function 2.1

2.1.1 Use of WinIQSIM 2.4

2.2 ARB MOD Menu 2.5

2.2.1 ARB MOD - TRIGGER Menu 2.7
2.2.2 ARB MOD - SELECT WAVEFORM Menu 2.9
2.2.3 ARB MOD - DELETE WAVEFORM Menu 2.12
2.2.4 ARB MOD - SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM Menu 2.12
2.2.5 ARB MOD - CLOCK... Menu 2.14
2.2.6 ARB MOD - IQ LEVEL... Menu 2.15

3 Remote Control - Arbitrary Waveform Generator 3.1

3.1 ARB System - Description of IEC/IEEE Bus Commands 3.1

3.2 ARB Waveform Format 3.6

3.2.1 Creating a Waveform „Manually" 3.8
3.2.2 Converting a Waveform with the Application Software AMIQ-K2 ..... 3.12
3.2.3 AMIQ Compatible Commands for Transmission and Administration of Waveforms ... 3.12

4 Performance Test 4.1

4.1 Test Instructions 4.1

4.1.1 Frequency Response 4.1
4.1.2 DC Voltage Offset 4.2
4.1.3 Spurious-Free Dynamic Range (SFDR) 4.2
4.1.4 Level Difference of Channels 4.3

4.2 Performance Test Report 4.4

Index

A

ARB
- AMIQ compatible commands ... 3.12
- Interpolation rate ... 2.3
- Manual operation ... 2.1
- Remote control ... 3.1
- Use of WinIQSIM ... 2.4
- Waveform format ... 3.6

ARB waveform
- Automatic SMIQ settings ... 2.12, 3.4
- Converting ... 3.12
- Creating manually ... 3.8
- Data ... 3.2
- Delete ... 2.12, 3.2
- IQ level ... 2.15, 3.5
- Select ... 2.9, 3.2

C

CCDF
- Determination ... 2.3

Clock source ... 2.14, 3.5

Commands
- AMIQ compatible commands ... 3.12

D

Delay
- Clock ... 2.14, 3.5
- Signal ... 2.7, 3.3
- Trigger ... 2.7, 3.3

E

Enabling the option ... 1.2

I

Inhibition of trigger ... 2.7, 3.3

Installation ... 1.1

Interpolation rate ... 2.3

K

Key ... 1.1

O

Operation
- Manual ... 2.1
- Remote ... 3.1

P

Performance Test ... 4.1

Performance Test Report ... 4.4

Polarity
- Trigger ... 2.7, 3.3

T

Tags (remote control) ... 3.6

Test
- DC Voltage Offset ... 4.2
- Frequency response ... 4.1
- Level difference of channels ... 4.3
- Spurious-Free Dynamic Range ... 4.2

Trigger ... 2.7, 3.3
- Delay ... 2.7, 3.3
- Inhibition ... 2.7, 3.3
- OFF TIME ... 2.8, 3.4
- ON TIME ... 2.8, 3.4
- Sequence control ... 2.5, 3.2
- Source ... 2.7, 3.3

Trigger generator ... 2.4

W

Waveform
- Automatic SMIQ settings ... 2.12, 3.4
- Converting ... 3.12
- Creating manually ... 3.8
- Data ... 3.2
- Delete ... 2.12, 3.2
- IQ level ... 2.15, 3.5
- Select ... 2.9, 3.2

WinIQSIM
- Support of ARB ... 2.4

Technical Information
Option SMIQB60
Arbitrary Waveform Generator

Technical Data

Waveform Memory, Interpolation

Output memory	
Waveform length	1 to 524216 in steps of one sample value

Note: This waveform length cannot be compared directly to the corresponding values of conventional ARB generators. The SMIQB69 performs the oversampling required to suppress the aliasing effects by means of the analog filter automatically at realtime conditions by means of hardware interpolation, i.e., the wave to be stored does not lengthen by the oversampling factor. E.g., an oversampling of 1.62 is sufficient for a WCDMA signal. Compared to a conventional ARB providing an oversampling of 4, the output memory of the SMIQB60 corresponds to a 1.25 Msample memory.

Resolution	12 bits
Load time 512k I/Q-samples	4 s
Non-volatile memory	
Number of blocks	22 (one waveform occupies at least one block)
Block size	65527
Interpolation	
Interpolation bandwidth (-0.1dB)	0,375 * clock rate
Attenuation of the analog aliasing filter	> 70 dB

Clock generation

Clock rate	1 kHz to 40 MHz
Resolution	0.1 Hz
Mode	Internal or external

Signal output

Channels	2 (I and Q)
Output resistance	50 Ω
Output level (EMF, Peak)	
Normal mode	$\sqrt{I^2+Q^2}$ = 1 V
Manual mode	-6 to 0 dB referred to 1 V, setting range up to 3 dB
Level difference of channels	< 0.2% with 1 kHz [1]
Offset	< -54 dB in normal mode[1]
Frequency response	
absolute	
up to 12 MHz	< 1 dB
up to 10 MHz	typ. 0.1 dB
group delay	
up to 10 MHz	typ. 1 ns
I/Q synchronism	
absolute	
up to 10 MHz	typ. 0.05 dB
group delay	
up to 10 MHz	typ. 0.5 ns
SFDR (sinewave 1 MHz, clock 4 MHz, up to 12 MHz)	> 60 dB

Triggering

Trigger modes	Auto, Retrig, Armed Auto, Armed Retrig
Trigger source	Internal or external
External trigger input	Threshold –2.5 to 2.5 V, impedance 1 kΩ / 50 Ω
External trigger frequency	< 10 MHz
External trigger delay	0 to 2^{16} sampling values
External trigger inhibit	0 to 2^{26} sampling values
Pulse width	> 50 ns

Trigger outputs

Number	2
Delay	0 to 524216 sampling values
On Time	1 to 524215 sampling values
Off Time	1 to 524215 sampling values
Level	TTL

Graphic Displays

CCDF	Determination and graphic display of the CCDF in the output memory of the loaded wave. Determination of crest factor. The CCDF functions of up to 3 of the latest loaded waves can be displayed simultaneously.

Use of WinIQSIM

WinIQSIM is a Windows software which allows for the calculation of various I and Q baseband signals on a personal computer (see Data Sheet AMIQ/WinIQSIM PD 757.3970.22). Moreover, it supports loading of the waves into the SMIQ and operation of the SMIQB60 option via the PC.

[1] following a 1-hour warm-up time and calibration for 4 hours operating time and temperature variations < 5° C

Safety Instructions

This unit has been designed and tested in accordance with the EC Certificate of Conformity and has left the manufacturer's plant in a condition fully complying with safety standards.

To maintain this condition and to ensure safe operation, the user must observe all instructions and warnings given in this operating manual.

Safety-related symbols used on equipment and documentation from R&S:

Observe operating instructions

Weight indication for units >18 kg

PE terminal

Ground terminal

Danger! Shock hazard

Warning! Hot surfaces

Ground

Attention! Electrostatic sensitive devices require special care

1. The unit may be used only in the operating conditions and positions specified by the manufacturer. Unless otherwise agreed, the following applies to R&S products:

   IP degree of protection 2X, Pollution severity 2, overvoltage category 2, altitude max. 2000 m.

   The unit may be operated only from supply networks fused with max. 16 A.

2. For measurements in circuits with voltages V_{rms} > 30 V, suitable measures should be taken to avoid any hazards.

   (using, for example, appropriate measuring equipment, fusing, current limiting, electrical separation, insulation).

3. If the unit is to be permanently wired, the PE terminal of the unit must first be connected to the PE conductor on site before any other connections are made. Installation and cabling of the unit to be performed only by qualified technical personnel.

4. For permanently installed units without built-in fuses, circuit breakers or similar protective devices, the supply circuit must be fused such as to provide suitable protection for the users and equipment.

5. Prior to switching on the unit, it must be ensured that the nominal voltage set on the unit matches the nominal voltage of the AC supply network.

   If a different voltage is to be set, the power fuse of the unit may have to be changed accordingly.

6. Units of protection class I with disconnectible AC supply cable and appliance connector may be operated only from a power socket with earthing contact and with the PE conductor connected.

7. It is not permissible to interrupt the PE conductor intentionally, neither in the incoming cable nor on the unit itself as this may cause the unit to become electrically hazardous.

   Any extension lines or multiple socket outlets used must be checked for compliance with relevant safety standards at regular intervals.

8. If the unit has no power switch for disconnection from the AC supply, the plug of the connecting cable is regarded as the disconnecting device. In such cases it must be ensured that the power plug is easily reachable and accessible at all times (length of connecting cable approx. 2 m). Functional or electronic switches are not suitable for providing disconnection from the AC supply.

   If units without power switches are integrated in racks or systems, a disconnecting device must be provided at system level.

9. Applicable local or national safety regulations and rules for the prevention of accidents must be observed in all work performed.

   Prior to performing any work on the unit or opening the unit, the latter must be disconnected from the supply network.

   Any adjustments, replacements of parts, maintenance or repair may be carried out only by authorized R&S technical personnel.

   Only original parts may be used for replacing parts relevant to safety (eg power switches, power transformers, fuses). A safety test must be performed after each replacement of parts relevant to safety.

   (visual inspection, PE conductor test, insulation-resistance, leakage-current measurement, functional test).

continued overleaf

Safety Instructions

10. Ensure that the connections with information technology equipment comply with IEC950 / EN60950.
11. Lithium batteries must not be exposed to high temperatures or fire.

    Keep batteries away from children.

    If the battery is replaced improperly, there is danger of explosion. Only replace the battery by R&S type (see spare part list).

    Lithium batteries are suitable for environmentally-friendly disposal or specialized recycling. Dispose them into appropriate containers, only.

    Do not short-circuit the battery.
12. Equipment returned or sent in for repair must be packed in the original packing or in packing with electrostatic and mechanical protection.
13. Electrostatics via the connectors may damage the equipment. For the safe handling and operation of the equipment, appropriate measures against electrostatics should be implemented.
14. Any additional safety instructions given in this manual are also to be observed.

ROHDE&SCHWARZ

EC Certificate of Conformity

CE

Certificate No.: 99015

This is to certify that:

Equipment type	Order No.	Designation
SMIQ02B	1125.5555.02	Vector Signal Generator
SMIQ03B	1125.5555.03	
SMIQ04B	1125.5555.04	
SMIQ06B	1125.5555.06	
SMIQB10	1085.5009.02	Modulation Coder
SMIQB11	1085.4502.02/.04	Data Generator
SMIQB12	1085.2800.02/.04	Memory Extension
SMIQB14	1085.4002.02	Fading Simulator
SMIQB15	1085.4402.02	Second Fading Simulator
SMIQB17	1104.9000.02	Noise Generator
SMIQB20	1125.5190.02	Modulation Coder
SMIQB21	1125.5490.02	BER Measurement
SMIQB46	1105.0006.02	Low ACP
SMIQB47	1125.5090.02	Low ACP
SMIQB60	1136.4390.02	Arbitrary Waveform Generator

complies with the provisions of the Directive of the Council of the European Union on the approximation of the laws of the Member States

- relating to electrical equipment for use within defined voltage limits (73/23/EEC revised by 93/68/EEC)
- relating to electromagnetic compatibility (89/336/EEC revised by 91/263/EEC, 92/31/EEC, 93/68/EEC)

Conformity is proven by compliance with the following standards:

EN61010-1 : 1993 + A2 : 1995
EN50081-1 : 1992
EN50082-2 : 1995

Affixing the EC conformity mark as from 1999

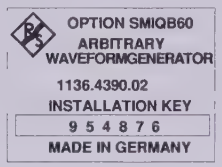
ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
Mühldorfstr. 15, D-81671 München

Munich, 2000-04-06

Central Quality Management FS-QZ / Becker

1 Installing Option SMIQB60

Option SMIQB60 has to be enabled by entering a key upon installation. An option label containing the installation key is supplied and has to be affixed to the rear of SMIQ for service and repair purposes.
As a prerequisite, SMIQ must be fitted with hardware option SMIQB20 (modulation coder).



<== Example!

Fig. 1-1 Option label with example of installation key

Enabling the option
(see Fig. 1-2)

- Switch on SMIQ.
- Call UTILITIES menu (select with rotary knob, confirm with [SELECT] key).
- Call INSTALL menu ==> [SELECT].
- Call OPTION TO INSTALL menu ==> [SELECT].
- Select option SMIQB60 ARB MOD ==> [SELECT].
- Enter the 5- or 6-digit installation key shown on the option label into the INSTALLATION KEY line. Then press the [ENTER] key.
- You will receive a message confirming that the installation key has been verified and the option is installed.
- To make the option available, the unit has to be switched off and on again.
- Once the installation has been successfully completed, Option SMIQB60 can be selected from the main menu.

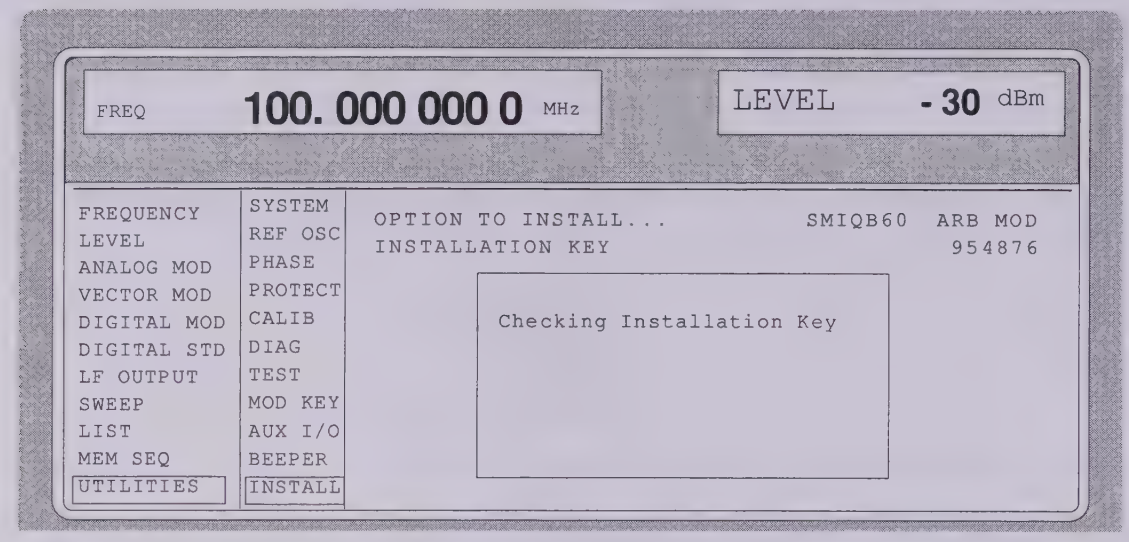


Fig. 1-2 Enabling Option SMIQB60

Once the installation has been completed, the availability of the new option can be checked in the module list in the UTILITIES DIAG CONFIG menu.

2 Manual Operation

The option SMIQB60, a two-channel ARB generator, is an integrated I/Q modulation source of the SMIQ. Thus, arbitrary modulation signals such as COFDM, multicarrier or noise can be generated. The software WinIQSIM enables the calculation of modulation signals and the loading of these signals into the instrument. Furthermore, signals which were calculated by a mathematical program such as Matlab may be transferred.

2.1 Function

Conventional ARB generators substantially consist of an output memory with series-connected D/A converter and analog filter. Due to the limited number of filters and their steepness the sampling rate often has to be set considerably higher than required by Nyquist's theorem, in order for the aliasing effects to be sufficiently suppressed by the analog filter. Fig. 2-1 shows these ratios for a 1-MHz sinewave signal. If a filter provides a cutoff-frequency of 11 MHz, a sampling rate of at least 12 MHz must be selected to make sure that the aliasing effects are suppressed sufficiently.

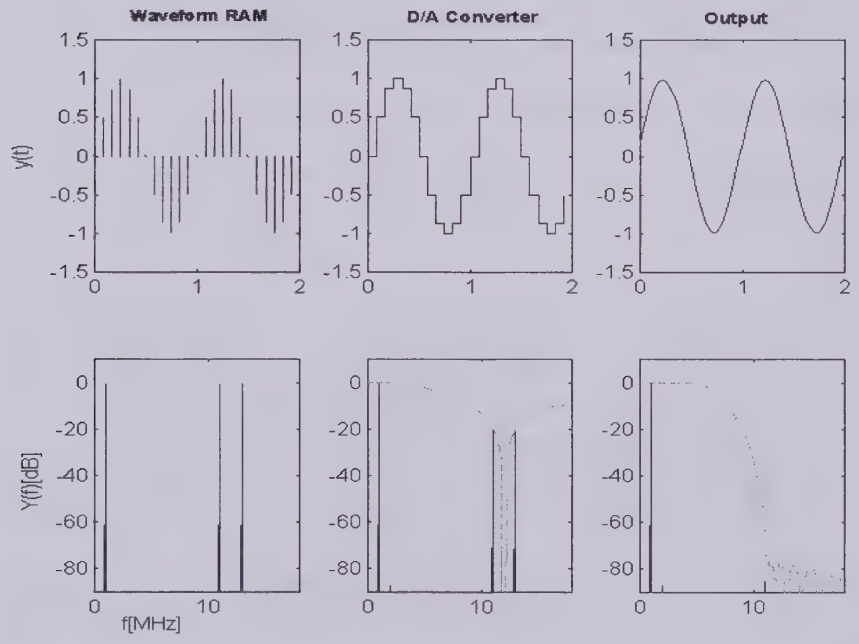


Fig. 2-1 Signal flow of ARB generator

This conception has been considerably improved in the option SMIQB60. The modulation signal is interpolated to a higher sampling rate by means of a very steep-edged, digital interpolation filter and is then output. The interpolation rate is set by the SMIQB60 automatically such that aliasing of the interpolated sampling rate is suppressed by the analog filter. This procedure offers the following advantages to the user:

1. Oversampling has to be selected such that the bandwidth of the interpolation filter exceeds that of the modulation signal. The following equation applies:

   ov * int_bw >= mod_bw,

   ov == Oversampling,

   int_bw == 0.375, standardized bandwidth of the interpolation filter,

   mod_bw == bandwidth of the modulation signal standardized to symbol rate

   The following value is thus obtained for the digital standard W-CDMA with the baseband filter √cos, $\alpha = 0.22$:

   $$\text{mod_bw} = \frac{(1+\alpha)}{2} = 0.61, \Rightarrow \text{ov} >= \frac{0.61}{0.375} = 1.63.$$

2. Due to the reduced oversampling, the duration of the signal increases with constant number of sampling values. Accordingly, the number of sampling values decreases with constant signal duration. Usually, with conventional ARB generators, the minimum oversampling is limited to 4. Thus, provided that the above parameters of the W-CDMA system apply, the 512 ksamples of the SMIQB60 correspond to 4/1.63 * 512 = 1256 kSamples memory in a conventional ARB generator.

The block diagram in Fig. 2-2 roughly illustrates the structure of the ARB generator.

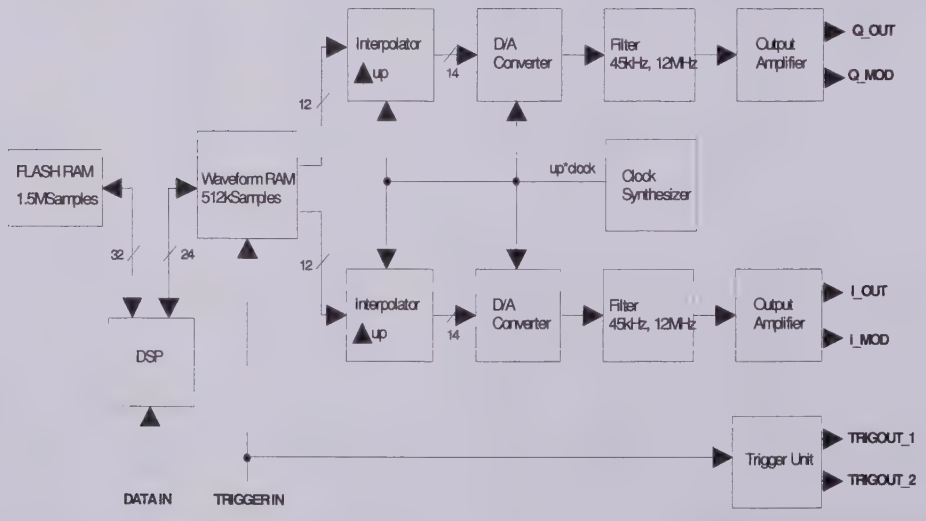


Fig. 2-2 Block diagram SMIQB60

The I/Q data are loaded by the host computer via the DATA IN interface to the DSP which passes them into a non-volatile FLASH RAM. The latter is organized in 22 blocks of 64ksamples, each. At least one block is occupied by each waveform. The I/Q data are subject to a convolution filter which limits the signal bandwidth. This is required for further processing.

If a waveform is selected, the I/Q data are loaded into the output memory. They are convoluted by a correction filter, which compensates all errors in the path to the I/Q modulator. In particular, the Si frequency response of the D/A converter as well as the frequency responses of the analog filter on the SMIQB60 and of the I/Q filter of the option SMIQB47 are corrected. Fig. 2-3 illustrates the further signal flow in the frequency and time domains.

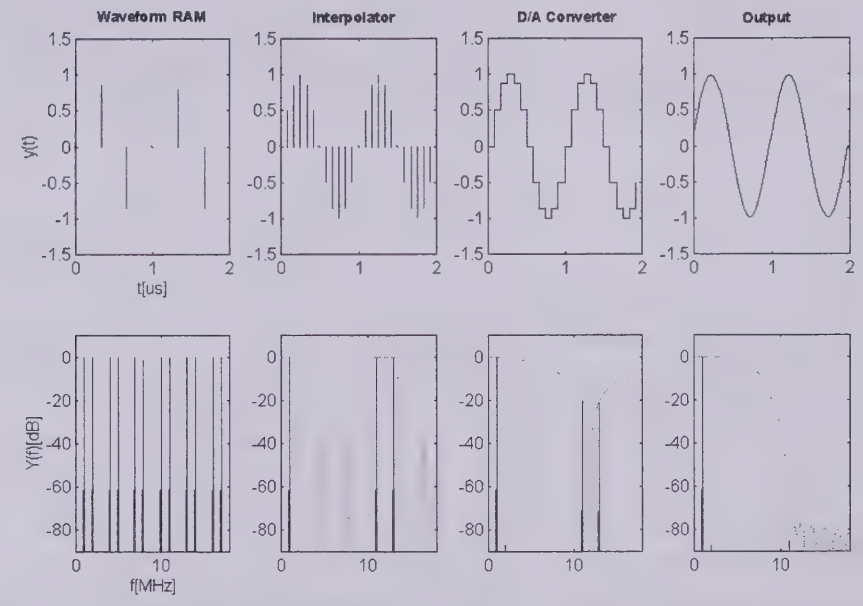


Fig. 2-3 Signal flow SMIQB60

A 1-MHz sinewave signal with fa = 3 MHz is sampled by way of example. The sampling procedure causes aliasing to occur in the frequency range (n*3 ± 1) MHz. The following interpolation filter increases the sampling rate by the factor 4. This corresponds to a correct reconstruction of the additional sampling values in the time domain. Due to the sample-and-hold process at the output of the subsequent D/A converter, a stair-step signal is generated in the time domain which corresponds to a SI-weighting in the frequency domain. The analog filter compensates for the aliasing of the interpolated sampling rate, the output signal is a sinewave signal in the time domain. SMIQB60 automatically sets the interpolation rate such that aliasing is suppressed by the analog filter.

The sampling rate is increased internally by the factor 4, in order to avoid errors with CCDF determination of the waveform with low sampling rate.

The absolute value of the I/Q output signal is 0.5 Vs at 50 Ω (= 0 dB) in Normal mode. This is the nominal output of the I/Q modulator. The output level may be varied in Manual mode between -6 dB and 3 dB in order to optimize the ACP in various channel offsets, e.g. The range above 0 dB is not specified, signal frequencies above 10 MHz may lead to a limitation.

The internal calibration of the SMIQB20, which is performed automatically with calibration of the vector modulation, corrects offset and gain errors to a minimum.

The trigger facilities of the SMIQB60 are similar to those of the data generator SMIQB11 (see Digital Modulation). The trigger generator consists of programmable counters which generate a periodic sequence with a pulse duty ratio of On Time/Off Time with settable start delay. E.g., to generate a slot trigger for a W-CDMA signal with a chip rate of 3.84 MHz, the following values are set:

t_{Slot} = Slot time
t_{Chip} = Chip time
t_a = Sampling time

$t_{Slot} = 625\mu s = 2400\ t_{Chip}, t_{Chip} = ov * t_a$, $ov = 2$, => $t_{Chip} = 4800 * t_a$

On Time = 100 (for example) => Off Time = 4700.

The trigger signals are time-synchronous with the I/Q output signals. WinIQSIM supports the generation of predefined trigger signals (see Use of WinIQSIM Software).

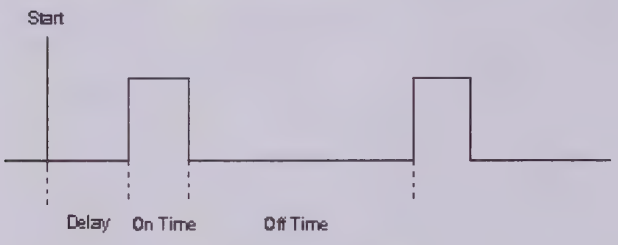


Fig. 2-4 Trigger signals SMIQB60

2.1.1 Use of WinIQSIM

The SMIQB60 is supported by WinIQSIM starting with version 3.30. Waveforms can be loaded via the IEC/IEEE bus into the FLASH memory, an individual operating menu allows for setting numerous SMIQ parameters. It must be noted that settings of WinIQSIM cannot be read from the waveform. WinIQSIM provides predefined settings for bit and symbol clock for the generation of trigger signals, slot and frame trigger and the restart signal for the BERT (SMIQB21). Si and filter compensation is not supported by WinIQSIM since these functions are carried out directly on the SMIQB60. Waveforms which contain these corrections may also be loaded in the SMIQB60. This is recognized and the internal correction filters are modified accordingly.

2.2 ARB MOD Menu

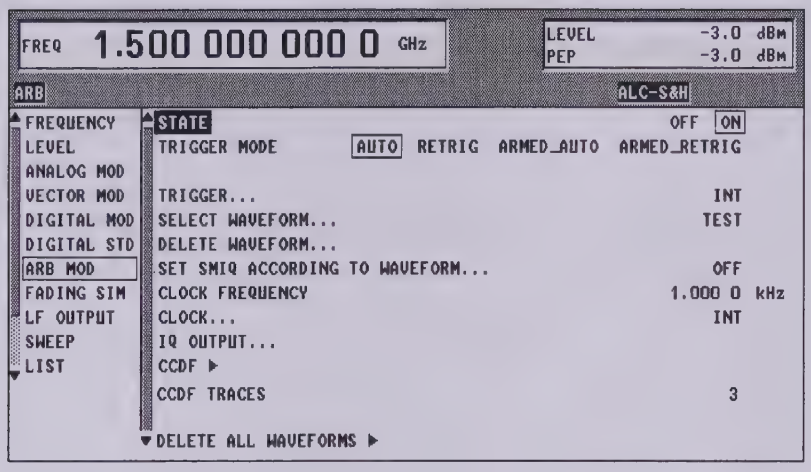


Fig. 2-5 ARB MOD menu

STATE Switching on/off ARB function. The state is indicated in the status line.

ON Loads the selected waveform in the output RAM and sets the module according to the current settings. This may last a few seconds depending on the length of the selected waveform. If vector modulation, digital modulation or digital standard were switched on, they are switched off automatically.

IEC/IEEE bus command `:ARB:STAT ON`

OFF Modulation is switched off, output of ARB waveform stops.

IEC/IEEE bus command `:ARB:STAT OFF`

TRIGGER MODE Configuration of run control of ARB mode.

AUTO The calculated waveform (sequence) is output immediately and repeated in cycles. Trigger events are ignored.

IEC/IEEE bus command `:ARB:SEQ AUTO`

RETRIG Cyclic repetition of output. A trigger event initiates a restart.

IEC/IEEE bus command `:ARB:SEQ RETR`

ARMED_AUTO Only a trigger event initiates a start. Subsequent trigger events are ignored.

IEC/IEEE bus command `:ARB:SEQ AAUT`

ARMED_RETRIG like ARMED_AUTO. Each following trigger event initiates a new start.

IEC/IEEE bus command `:ARB:SEQ ARET`

EXECUTE TRIGGER ➢ Initiates a trigger to start the ARB sequence (not displayed with TRIGGER MODE = AUTO).

IEC/IEEE bus command `:TRIG:DM:IMM`

TRIGGER... Opens a window for setting the trigger facilities and the trigger outputs.

SELECT WAVEFORM... Opens a window for selection of an ARB waveform and for display of its parameters.

DELETE WAVEFORM... Opens a window for selection of an ARB waveform to be deleted.

SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM... Opens a window for configuration of the automatic setting of SMIQ parameters.

CLOCK FREQUENCY Input value for the sample clock. If the clock is supplied by an external source, the applied frequency must be entered here.

IEC/IEEE bus command `:ARB:CLOC 4.096MHz`

CLOCK... Opens a window for selection of the clock source and delay of the clock signal.

IQ OUTPUT... Opens a window for entry of the IQ level and mode.

CCDF ➢ Display of the Complementary Cumulative Distribution Function of the waveform loaded.

CCDF TRACES Entry of the number of CCDFs. 1 to 3 may be selected.

DELETE ALL WAVEFORMS ➢ All waveforms are deleted (after being confirmed by the user).

2.2.1 ARB MOD - TRIGGER Menu

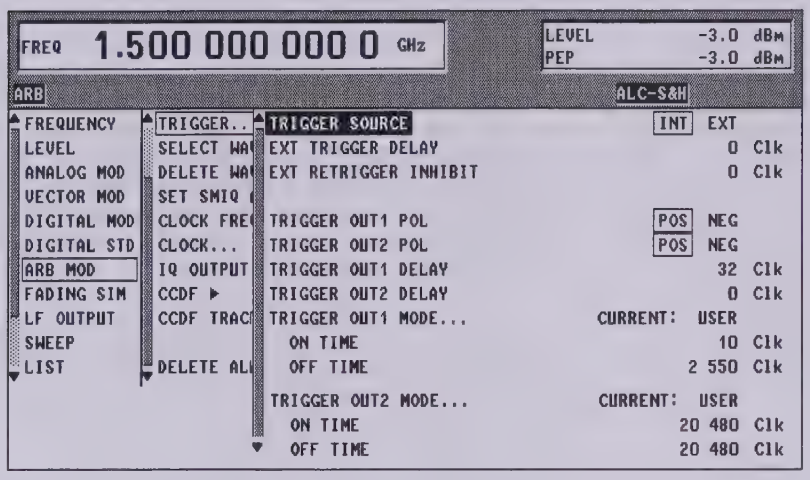


Fig. 2-6 ARB MOD - TRIGGER... menu

TRIGGER... Opens a window for setting the trigger facilities and the trigger outputs.

TRIGGER SOURCE Configuration of trigger source.

INT Manually via EXECUTE TRIGGER or via software.
IEC/IEEE bus command `:ARB:TRIG:SOUR INT`

EXT Triggering with active edge at input socket.
IEC/IEEE bus command `:ARB:TRIG:SOUR EXT`

EXT TRIGGER DELAY Delays the start of sequence by the indicated samples after occurrence of an external trigger event. The resolution is 2 samples with clock rates (CLOCK) above 20 MHz (otherwise, 1 sample).
IEC/IEEE bus command `:ARB:TRIG:DEL 234`

EXT RETRIGGER INHIBIT Retriggering is inhibited until the sequence has reached the indicated sample.
IEC/IEEE bus command `:ARB:TRIG:INH 345`

TRIGGER OUT1(2) POL Signal polarity at the trigger outputs.

POS active state: positive voltage
IEC/IEEE bus command
`:ARB:TRIG:OUTP1:POL POS`

NEG active state: 0 or lower voltage
IEC/IEEE bus command
`:ARB:TRIG:OUTP2:POL NEG`

TRIGGER OUT1(2) DELAY Delay of the supplied trigger signals by the set number of samples.
IEC/IEEE bus command `:ARB:TRIG:OUTP:DEL 765`

(TRIGGER...) **TRIGGER OUT1(2) MODE**

The user may select one of the displayed modes for generation of the trigger output signals.
Depending on the system, WinIQSIM can calculate clock signals for BIT, SYMBOL, SLOT, FRAME and the restart signal (sequence) and transmit them together with the waveform. These modes set the counters for ON TIME and OFF TIME (see below). The names are defined as modes by WinIQSIM, stored in the waveform where they can be selected. The maximum number of defined counters is 4. It may occur that only the SEQUENZ and USER modes can be provided since the entirety of modes is not always available for all systems.

BIT_CLK	edge at beginning of each bit
SYMB_CLK	edge at beginning of each modulation symbol
SLOT_CLK	edge at beginning of each slot
FRAM_CLK	edge at beginning of each frame
SEQUENZ	edge at beginning of each sequence (may, e.g., be used as restart signal for BERT)
PULSE	pulse defined by WinIQSIM user
USER	The user defines a pulse by means of the parameters for ON and OFF TIME.

IEC/IEEE bus command `:ARB:TRIG:OUTP:MODE USER`

....ON TIME

Length of the active state of the output trigger signals indicated as number of samples. Can be modified only, if MODE = USER.
This time is repeated after OFF TIME has run off.
IEC/IEEE bus command `:ARB:TRIG:OUTP:ONT 3789`

....OFF TIME

Length of the non-active state of the output trigger signals indicated as number of samples. Can be modified only, if MODE = USER.
IEC/IEEE bus command `:ARB:TRIG:OUTP2:OFFT 639`

2.2.2 ARB MOD - SELECT WAVEFORM Menu

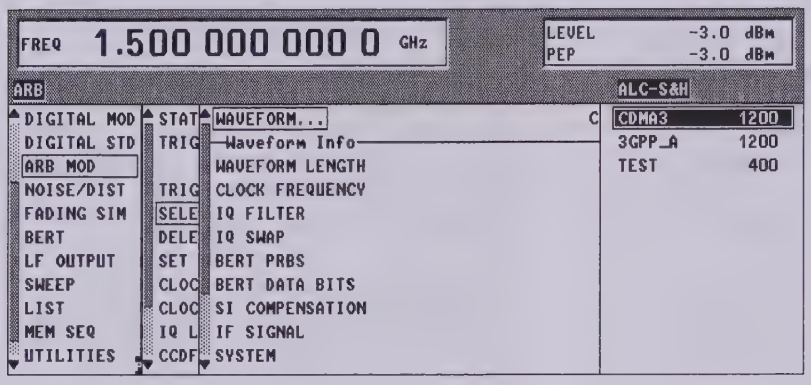


Fig. 2-7 ARB MOD - SELECT WAVEFORM... menu

SELECT WAVEFORM... Opens a window for selection of an ARB waveform and for display of its parameters.

WAVEFORM A list of ARB waveforms is offered to the right. The length of the waveforms is indicated in samples. The user selects a waveform from this list, which then becomes the active waveform. Further information on this waveform is then provided.

IEC/IEEE bus command `:ARB:WAV:SEL 'TEST'`

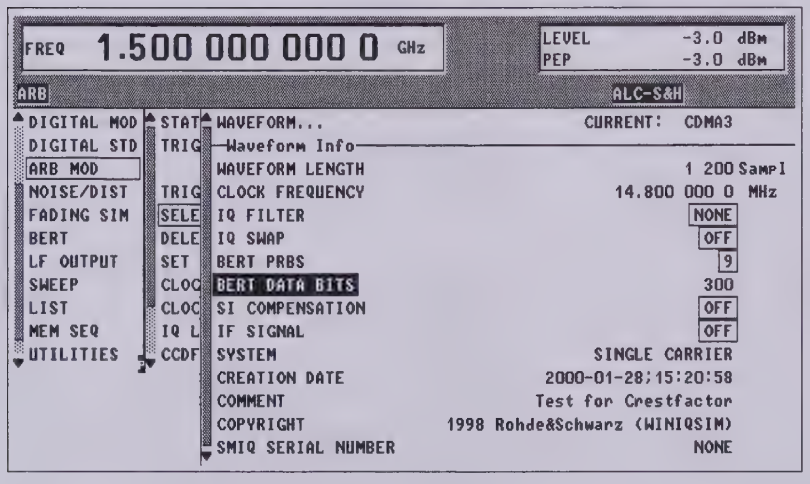


Fig. 2-8 ARB MOD - WAVEFORM INFO menu

SELECT WAVEFORM... ----Waveform Info --------

These lines are for display purposes only, they cannot be modified. They are filled with values from the active waveform when opening the menu. After being confirmed by the user they are updated via (SELECT). Setting parameters are not set until this confirmation and errors are signaled with conflicts, when the menu is left via RETURN (see SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM menu). IEC/IEEE bus commands have the form of queries.

SELECT WAVEFORM...

WAVEFORM LENGTH

Displays the number of samples contained in the waveform.

IEC/IEEE bus command `:ARB:WAV:POIN?`

CLOCK FREQUENCY

Provides the sample rate which the waveform has been generated for. This value is always entered as CLOCK FREQUENCY parameter of the ARB MOD menu with loading a waveform (independent of SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM).

IEC/IEEE bus command `:ARB:WAV:TAG? 'CLOCK'`

IQ FILTER

Displays the setting used for calculation of the waveform in WinIQSIM. WinIQSIM sets this value to 0 (OFF), if the waveform is calculated for the SMIQ in particular. If, however, a compensation for an IQ filter is taken into account (for example when calculating the waveform for AMIQ), the compensation is automatically counted back by the SMIQ. Independently from this setting, however, a suitable IQ filter can be selected in the SMIQ. Compensation of the IQ filter is executed automatically by the SMIQ.
The value of the waveform is used in the VECTOR MOD menu for the IQ filter if this is enabled in the SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM menu.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:WAV:TAG? 'LACP FILTER'`

IQ SWAP

Indicates the setting used with the waveform calculation in WinIQSIM. The value is used in the VECTOR MOD menu for the IQ SWAP setting after enabling in the SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM menu.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:WAV:TAG? 'IQ SWAP'`

BERT PRBS

Displays the type of PRBS used for the data in WinIQSIM, if the data have been prepared for a BER measurement.
The setting is used in the BERT menu for setting the type of PRBS after clearing in the SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM menu. A waveform cannot be used always for a BER measurement. If not, the display reads NONE.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:WAV:TAG? 'PRBS LENGTH'`

BERT DATA BITS

Indicates the number of data bits in a waveform, if the data have been prepared for a BER measurement by WinIQSIM. If the waveform cannot be used for a BER measurement, zero is displayed, here.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:WAV:TAG? 'BERT DATABITS'`

(SELECT WAVEFORM...) **SI COMPENSATION**

ON indicates that the SI compensation of WinIQSIM was taken into account with calculation of the waveform. Since the SMIQ, independent of that calculation, also takes into account the SI compensation, it is disabled in WinIQSIM, if the waveform is calculated particularly for the SMIQ. It is however counted back by the SMIQ, if it was taken into account e.g., with calculation of a waveform for the AMIQ.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:WAV:TAG? 'SI COMPENSATED'`

IF SIGNAL

ON indicates that the waveform was converted into an IF signal by WinIQSIM. This signal is not intended to be used as IQ vector. However, the user may derive it from the I-channel output and apply as IF signal.
IEC/IEEE bus command
`:ARB:WAV:TAG? 'IF_SIGNAL'`

SYSTEM

Indicates the standard used to calculate the waveform in WinIQSIM. The following standards have been defined: Single Carrier, Multi Carrier, Multi Carrier Mixed Signal, 3GPP W-CDMA, IS-95, CDMA2000 and Import.

IEC/IEEE bus command `:ARB:WAV:TAG? 'SYSTEM'`

CREATION DATE

Displays the creation date of the waveform. Provides the user with information and is added automatically with calculation in WinIQSIM.

IEC/IEEE bus command `:ARB:WAV:TAG? 'DATE'`

COMMENT

Is provided for information purposes and may be entered as comment text in WinIQSIM.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:WAV:TAG? 'COMMENT'`

COPYRIGHT

Indicates whether the waveform was generated using the protected software WinIQSIM.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:WAV:TAG? 'COPYRIGHT'`

SMIQ SERIAL NUMBER

Is important, if the wave was generated in WinIQSIM with IQ FILTER = ON. In this case, filter coefficients have been used for compensation, which are best only for SMIQs with this serial number. Otherwise a warning is displayed.

2.2.3 ARB MOD - DELETE WAVEFORM Menu

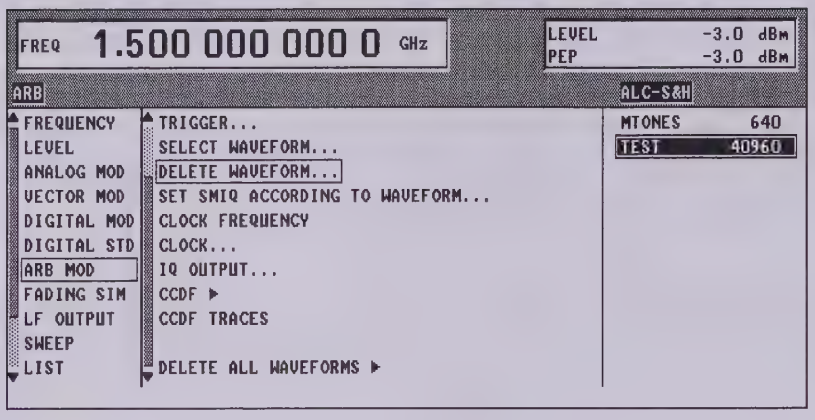


Fig. 2-9 ARB MOD - DELETE WAVEFORM... menu

DELETE WAVEFORM... Opens a window for selection of an ARB waveform to be deleted. A list of ARB waveforms including information on their lengths is offered to the right, where the user may select a waveform.

IEC/IEEE bus command `:ARB:WAV:DEL 'TEST'`

2.2.4 ARB MOD - SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM Menu

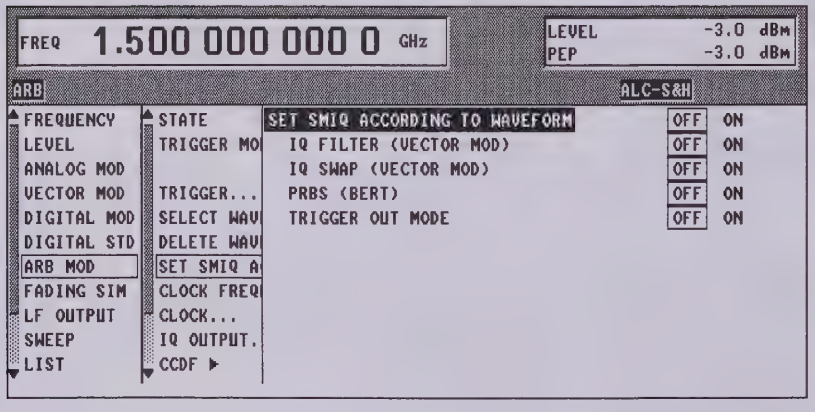


Fig. 2-10 ARB MOD - SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM menu

SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM... Opens a window for configuration of the automatic setting of SMIQ parameters.

SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM

ON In any case, settings on the SMIQ are made based on the information from the waveform to be loaded.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:STAT ON`

OFF No settings are made, even if the following configurations are set ON. CLOCK FREQUENCY in the ARB MOD menu is always set.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:STAT OFF`

(SET SMIQ ACCORDING TO WAVEFORM...)

....IQ FILTER (VECTOR MOD)

The parameter IQ FILTER (filter of LACP Option SMIQB47) is set in the VECTOR MOD menu. If a waveform in WinIQSIM was compensated with the frequency responses of this filter, it should be switched on. A warning is output, if the waveform is compensated, however, this compensation does not apply for an SMIQ of this serial number or if the option is not fitted to the SMIQ.

ON Parameter is set

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:DM:IQF ON`

OFF Parameter is not set

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:DM:IQF OFF`

...IQ SWAP (VECTOR MOD)

The IQ SWAP parameter in the VECTOR MOD menu is set. If a waveform has been generated in WinIQSIM for this mode, it should be switched on. A warning is output, if the parameter is not set as indicated in the waveform.

ON Parameter is set

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:DM:IQSW ON`

OFF Parameter is not set

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:DM:IQSW OFF`

...PRBS (BERT)

The type of PRBS in the BERT menu is set. If a waveform has been generated in WinIQSIM with this PRBS, the latter should be selected with BER measurement. A warning is output, if the parameter is not set as indicated in the waveform.

ON Parameter is set

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:BERT:TYPE ON`

OFF Parameter is not set

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:BERT:TYPE OFF`

...TRIGGER OUT MODE

The parameters TRIGGER OUT1 MODE and TRIGGER OUT2 MODE in the ARB MOD TRIGGER... menu are set. Thus, the user can select the function of the SMIQ trigger outputs in WinIQSIM (see TRIGGER menu).

ON Parameter is set

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:TRIG:MODE ON`

OFF Parameter is not set

IEC/IEEE bus command
`:ARB:ASET:TRIG:MODE OFF`

2.2.5 ARB MOD - CLOCK... Menu

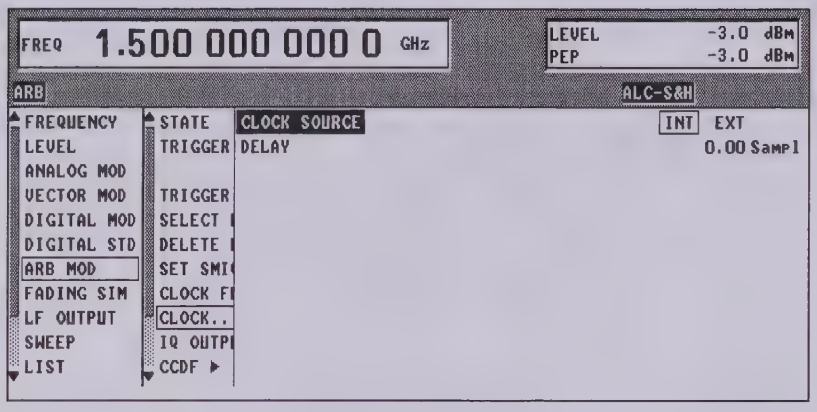


Fig. 2-11 ARB MOD - CLOCK... menu

CLOCK... Opens a window for selection of the clock source and delay of the clock signal.

CLOCK SOURCE Defines the source for the sample clock.

INT Clock is generated internally.
IEC/IEEE bus command `:ARB:CLOC:SOUR INT`

EXT Clock must be applied at the socket.
IEC/IEEE bus command `:ARB:CLOC:SOUR EXT`

DELAY Delay of the modulation signal against the clock signal. This may be used, e.g., for synchronization with a second instrument, to obtain time-synchronous modulation signals of both instruments.
IEC/IEEE bus command `:ARB:CLOC:DEL 0.55`

2.2.6 ARB MOD - IQ OUTPUT... Menu

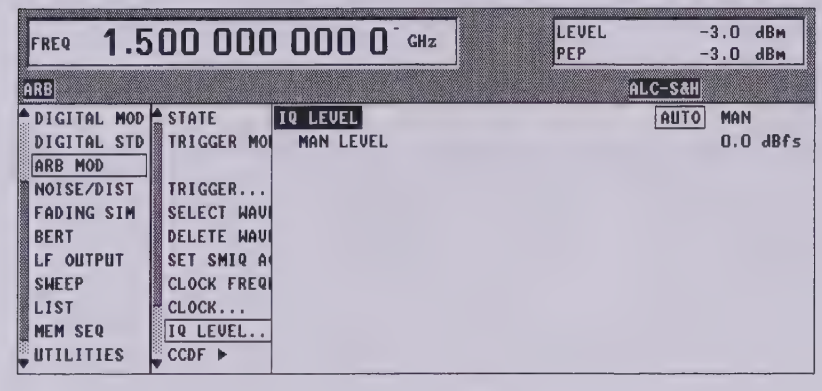


Fig. 2-12 ARB MOD - IQ OUTPUT... menu

IQ OUTPUT... Opens a window for entry of the IQ level and automatic level setting.

IQ LEVEL Defines the operating mode for setting the IQ level.

AUTO The level is set automatically to a maximum sum vector of 0.5 V for maximum input level of the IQ modulator. The subsequent level entry is not effective.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:IQ:LEV:MODE AUTO`

MAN The level is set using the level entry below. The instrument data can not be guaranteed for entry values above 0 dB, since the output level is limited. However, the signal-to-noise ratio, e.g., may thus be increased.

IEC/IEEE bus command
`:ARB:IQ:LEV:MODE MAN`

MAN LEVEL Indicates the IQ level referred to maximum voltage.

Range: -6 ... 3 dBfs

IEC/IEEE bus command `:ARB:IQ:LEV -2.5DB`

IQ SKEW Determines the delay between I and Q channel. Positive values delay I against Q.

IEC/IEEE bus command `:ARB:IQ:SKEW -250ps`

3 Remote Control - Arbitrary Waveform Generator

3.1 ARB System - Description of IEC/IEEE Bus Commands

Refer to chapter "ARB Waveform Format" following the information on the IEC/IEEE bus commands where explanation of waveform formats and tags is provided.

Command	Parameter	Default unit	Remarks
:ARB			
:STATe	ON | OFF		
:SEQuence	AUTO | RETRigger | AAUTo | ARETrigger		
:WAVeform			
:SELect	'name'		
:DELete	'name'		No query
:DATA	'name',<blockdata>		Not readable
:CATalog?	⇒ name[,name]...		Query only
:LENGth?	⇒ n		Query only
:TAG? '<tagname>'	⇒ <string>		Query only
:FREE?	⇒ n		Query only
:POINts?	⇒ n		Query only
:TRIGger			
:SOURce	INTernal | EXTernal		
:DELay	0 to 65 535	(clocks)	
:INHibit	0 to 67.1E6	(clocks)	
:OUTPut<i>	with <i> = [1] | 2		
:POLarity	POSitive | NEGative		
:DELay	0 to 524 255	(clocks)	
:MODE	USER | 'mode_string'		
CATalog?	⇒ name[,name]...		Query only
:ONTime	0 to 524 255	(clocks)	
:OFFTime	0 to 524 255	(clocks)	
:ASET			
:STATe	ON | OFF		
:DM			
:IQFilter	ON | OFF		
:IQSWap	ON | OFF		
:BERT			
:TYPE	ON | OFF		
:TRIGger			
:MODE	ON | OFF		
:CLOCk	1 kHz to 40.0 MHz	Hz	
:SOURce	INTernal | EXTernal		
:DELay	0.0 to 0.99	(clocks)	
:IQ			
:LEVel	-3 to 6	dB	
:MODE	MANuell | AUTO		
:SKEW	-1000...1000		

:ARB:STATe ON | OFF

This command switches on (ON) or off (OFF) the arbitrary waveform generator.

Example: `:ARB:STAT ON` *RST value is OFF

:ARB:SEQuence AUTO | RETRigger | AAUTo | ARETrigger

This command configures the sequence control of the ARB mode.

AUTO The waveform is repeated in cycles.

RETRigger Cyclic repetition; new start upon trigger.

AAUTo Armed Auto; starts after a trigger event, further triggers are ignored.

ARETrigger Armed Retrigger; starts after a trigger event, each new trigger initiates a new start.

Example: `:ARB:SEQ RETR` *RST value is AUTO

:ARB:WAVeform:SELect '<name>'

This command is used to select a waveform to be the active waveform.

Example: `:ARB:WAV:SEL 'name'`

:ARB:WAVeform:DELete '<name>'

This command is used to select a waveform to be deleted. This command triggers an event and, therefore, has no *RST value.

Example: `:ARB:WAV:DEL 'name'`

:ARB:WAVeform:DATA '<name>', <binary block data>

This command is used to load waveform data into the SMIQ and store them under a name. Refer to chapter "ARB Waveform Format" for more detailed information on this command.

Example: `:ARB:WAV:DATA 'name'`

:ARB:WAVeform:CATalog?

This command calls the list of all waveforms.

Example: `:ARB:WAV:CAT?`

:ARB:WAVeform:CATalog:LENGth?

This command requests for the number of waveforms in the list.

Example: `:ARB:WAV:CAT:LENG?`

:ARB:WAVeform:TAG? '<tagname>'

This command requests for the content of a tag. Refer to the following chapter "ARB Waveform Format" for more detailed information on tags.

Example: `:ARB:WAV:TAG 'tagname'`

:ARB:WAVeform:FREE?

This command requests for free memory space for further waveforms.

Example: `:ARB:WAV:FREE?`

:ARB:WAVeform:POINts?

This command returns the number of samples contained in a waveform.

Example: `:ARB:WAV:POIN?`

:ARB:TRIGger:SOURce INTernal | EXTernal

This command allows for configuration of the trigger source.

INT Triggering via IEC/IEEE bus or using the Execute comment of manual control.

EXT Triggering via the external trigger input.

Example: `:ARB:TRIG:SOUR EXT` *RST value INT

:ARB:TRIGger:DELay 0 to 65 535

This command is used to enter the trigger delay (as number of samples).

Example: `:ARB:TRIG:DEL 234` *RST value is 0

:ARB:TRIGger:INHibit 0 to 67.1E6

This command sets the time of trigger inhibition (as number of samples).

Example: `:ARB:TRIG:INH 345` *RST value is 0

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:POLarity POSitive | NEGative

This command is used to define the signal polarity at the trigger output. I

POSitive positive voltage with active state

NEGative voltage 0 or low, positive with active state

Example: `:ARB:TRIG:OUTP2:POL POS` *RST value is NEG

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:DELay 0 to 524 255

This command defines the signal delay at the trigger output indicated as number of samples.

Example: `:ARB:TRIG:OUTP2:DEL 765` *RST value is 0

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:MODE USER | 'mode_string'

This command allows for selection of a mode for generation of the trigger output signals. The counters for ON TIME and OFF TIME are set.

Example: `:ARB:TRIG:OUTP2:MODE USER` *RST value is USER

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:MODE:CATalog?

This command initiates the output of a list of all available modes.

Example: `:ARB:TRIG:OUTP2:MODE:CAT?`

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:ONTime 0 to 524 255

This command sets the length of the active state of output trigger signals (indicated as number of samples). Setting is only possible, if `:ARB:TRIG:OUTP:MODE` is set to `USER`.

Example: `:ARB:TRIG:OUTP2:ONT 765` *RST value is 0

:ARB:TRIGger:OUTPut[1]|2:OFFTime 0 to 524 255

This command sets the length of the non-active state of output trigger signals (indicated as number of samples). Setting is only possible, if `:ARB:TRIG:OUTP:MODE` is set to `USER`.

Example: `:ARB:TRIG:OUTP2:OFFT 765` *RST value is 0

:ARB:ASET:STATe ON | OFF

This command is used to switch on (ON) or off (OFF) the automatic setting of SMIQ parameters by the waveform to be loaded.

Example: `:ARB:ASET:STAT ON` *RST value is OFF

:ARB:ASET:DM:IQFilter ON | OFF

This command is used to set the parameter IQ FILTER in the VECTOR MOD menu (ON) or it remains unaffected (OFF). Commands `:DM:IQ:FILT:STAT` and `:DM:IQ:FILT:FREQ`.

Example: `:ARB:ASET:DM:IQF ON` *RST value is OFF

:ARB:ASET:DM:IQSWap ON | OFF

This command is used to set the parameter IQ SWAP in the VECTOR MOD menu (ON) or it remains unaffected (OFF). Command `:DM:IQSW:STAT`.

Example: `:ARB:ASET:DM:IQSW ON` *RST value is OFF

:ARB:ASET:BERT:TYPE ON | OFF

This command is used to set the type of PRBS in the BERT menu (ON) or it remains unaffected (OFF). Command `:BERT:SET:TYPE`.

Example `:ARB:ASET:BERT:TYPE ON` *RST value is OFF

:ARB:ASET:TRIGger:MODE ON | OFF

This command is used to set the parameters TRIGGER OUT1 MODE and TRIGGER OUT2 MODE in the ARB MOD TRIGGER...menu. Command `:ARB:TRIG:OUTP:MODE`.

Example: `:ARB:ASET:TRIG:MODE ON` *RST value is OFF

:ARB:CLOCk 1kHz to 40.0 MHz

This command specifies the entry value for the sample clock.

Example: `:ARB:CLOC 4.096MHz` *RST value is 0

:ARB:CLOCk:SOURce INTernal | EXTernal

This command is used to select the source for the sample clock.

INTernal The internal clock generator is used.

EXTernal The clock is applied externally at the socket.

Example: `:ARB:CLOC:SOUR EXT` *RST value is INT

:ARB:CLOCk:DELay 0.0 to 0.99

This command is used to set the delay of the modulation signal against the clock signal.

Example: `:ARB:CLOC:DEL 0.55` *RST value is 0

:ARB:IQ:LEVel –3 dB to +6 dB

This command sets the IQ level referred to maximum input level.

Example: `:ARB:IQ:LEV 1` *RST value is 0

:ARB:IQ:LEVel:MODE MANuell | AUTO

This command is used to select the operating mode for setting the IQ level.

MANual Level setting with subsequent entry.

AUTO Automatic level setting to 0.5 V.

Example: `:ARB:IQ:LEV:MODE MAN` *RST value is AUTO

:ARB:IQ:SKEW -1000...1000 ps

The command determines the delay between I and Q channel.

Example: `:ARB:IQ:SKEW -250ps` *RST value is 0

3.2 ARB Waveform Format

Waveform format

The waveform format is used for transmission via the IEC/IEEE bus and the serial interface, it is packed in a binary block command.

Tags

A tag-oriented format is used. Tags are self-contained information units. They have the general format

{Name: Data} or **{Name-length: Data}**

The colon separates the name and data sections. For the sake of clarity the colon is always followed by a blank.

Name identifies the day. It is always specified in upper-case characters.

Data are tag-specific but in most cases plain text in ASCII format.

Length indicates the number of bytes of the WAVEFORM tag and consists of:

	number of digits of the **Start**-value	(1 to 7)
+	length of ", #"	(2 bytes)
+	number of I/Q pairs * 4	(2 bytes for each I- and Q-value).

Several tags in one waveform

Tags may be interleaved. Normally the order of the tags within a waveform is irrelevant, but there may be exceptions. All tags can but need not be contained in a waveform. Exceptions are described with the individual tags.

Unknown tags are not evaluated by SMIQ but are stored unchanged and without an error message and can be read again.

The following tags are defined:

{TYPE: magic, xxxxxxxx} **(indispensable)**

The TYPE tag identifies this waveform as a valid SMIQ waveform. The tag must be the first tag in the waveform. xxxxxxxx is an ASCII-coded checksum over the data range of the *WAVEFORM* tag in this waveform. It is calculated by the following alogorithm where 'start' is a pointer to the first byte after the double dagger '#' sign in the *WAVEFORM* tag and 'length' denotes the number of bytes between 'start' and the final brace (excluding the latter; 'length' must be a multiple of 4):

```
UINT32 checksum(void *start, UINT32 length)
 {
 UINT32 i, result = 0xA50F74FF;

 for(i=0; i < length/4; i++)
  result = result ^ ((UINT32 *)start)[i];

 return(result);
 }
```

The checksum is used for recognizing transmission errors. If the *TYPE* tag contains 0 or a non-numerical value for the checksum, it is ignored by the SMIQ.

'magic' identifies the type of the waveform and has the following value:

WV The waveform is a complete, selfcontained waveform. When already available on the target medium, the previous version is overwritten.

Note: *Because of the flexible, tag-based form of the waveforms, a version number is not required.*

{CLOCK: frequency} **(indispensable)**

This tag specifies the clock frequency with which the waveform should be output. A query of `ARB:CLOCk?` after loading the waveform returns the values set by means of the `{CLOCK:...}` tag.

{COMMENT: string} **(Important for TYPE = WV_ADD)**

The tag contains a plain-text ASCII string of any length. The string is not evaluated in the SMIQ, it serves for the output of keywords on the PC and for describing the waveform. The string may contain all printable ASCII characters except the closing brace.

{COPYRIGHT: string} **(optional)**

This tag contains the name under which WinIQSIM (or other programs for waveform generation) are registered. The string may contain all printable ASCII characters except the closing brace.

{DATE: yyyy-mm-dd;hh:mm:ss} **(optional)**

This tag contains date and time at which the waveform was generated. The year should be specified with four digits. SMIQ does not evaluate this tag.

{WAVEFORM-length: 0,#xxxxxxxxxxxx...} **(indispensable)**

This tag contains the actual waveform data.

The quantity ***length*** indicates the number of bytes of the WAVEFORM tag and consists of:

+	length of ", #"	(2 bytes)
+	number of I/Q pairs * 4	(2 bytes for each I- and Q-value).

Example:

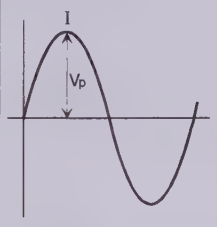
{WAVEFORM-403␣0,#I,Q,I,Q,I,Q,I,Q ..... I,Q}

403 Bytes

xxxxxxx... are binary(!) data, that alternately contain I and Q samples, the first sample being a I sample. Each sample consists of two bytes, the least-significant one (LSByte) is the first.

The two bytes of a sample cover the value range 0x300 ... 0xFD00 (0x768 ... 64768). This value is transferred to the D/A converter unchanged.

Different output levels are applied to the output connectors of SMIQ:

	Binary value of the sample identical with the value of the waveform D/A converter	**Asymmetric outputs** amplitude V_p at 50 Ω between inner and outer conductor of I and Q output  Valid as Q output also!
OUTP:I|Q FIX	0x300 (768) 0x8000 (32768) 0xFD00 (64768)	0 V 0.25 V 0.5 V
OUTP:I|Q VAR	0x300 (768)	0 V
OUTP:I|Q INV Same level as the waveform for VAR, phase shifted by 180°	0x8000 (32768) 0xFD00 (64768)	0.5 V 1 V

3.2.1 Creating a Waveform „Manually“

We will use to example of a sine function in the I channel and a cosine function in the Q channel, each with 20 points, to explain how a waveform file SICO.WV is generated.

The sine and cosine values are calculated by a short program written in the programming language C (see the following example for creating a C-program). They are stored in the file SICO.TXT as follows:

Contents of SICO.TXT:

```
Sine (I)     Cosine (Q)
0.000000 1.000000
0.309017 0.951057
0.587785 0.809017
0.809017 0.587785
0.951057 0.309017
1.000000 -0.000000
0.951056 -0.309017
0.809017 -0.587785
0.587785 -0.809017
0.309017 -0.951056
-0.000000 -1.000000
-0.309017 -0.951057
-0.587785 -0.809017
-0.809017 -0.587785
-0.951056 -0.309017
-1.000000 0.000000
-0.951056 0.309017
-0.809017 0.587785
-0.587785 0.809017
-0.309017 0.951057
```

The decimal values in SICO.TXT should be normalized such that they are in the between –1.0 and +1.0.
The waveform file SICO.WV will be based on the contents of this file.

To be read by SMIQ these waveform data must be coded binary and packed into an appropriate WAVEFORM information unit.

SMIQ recognizes a great variety of information units called tags. A tag consists of a name and a data set and is enclosed in curved brackets. The tag is a kind of label carrying the information what SMIQ should do with the data set (see also section „ARB Waveform Format" and step 3 of the following instructions).

The following steps outline how to create the waveform file SICO.WV:

Step 1

The values from the file SICO.TXT must be converted into binary format consisting of integer numbers without a sign a with 16-bit width. The numeric range between –1.0 and +1.0 corresponds to the modulation range of the waveform D/A converter of 64000.

+1.0 →	64768	⎫
0.0 →	32768	⎬ 64000
-1.0 →	768	⎭

A further C-program is suitable for creating the binary data set from the ASCII values stored in SICO.TXT file (see following example for creating a C-program). This program stores the binary data set to a file called SICO.WV.

The contents of the file SICO.WV reads as follows:

IQIQIQIQIQIQI ... IQ

Explanation: *There is no readable representation for binary values in this document. This is why we use the sequence IQIQIQ to characterize the binary code in the present example.*

Step 2

The file SICO.WV contains now the binary data set corresponding to the 20 I/Q pairs. Before this binary data set can be further processed in step 3, the TYPE tag

{TYPE: WV, xxxxxxx} must be placed in front.

The TYPE tag must be the first entry in a WAVEFORM. The TYPE tag identifies the waveform as a valid SMIQ waveform.

WV denotes that the waveform is closed upon itself.

xxxxxxx is the checksum of the waveform. To simplify our example **0** is used, i.e., SMIQ does not evaluate a checksum.

To enter the TYPE tag in the SICO.WV file an ASCII editor which is able to handle binary data as well, e.g. the Microsoft Windows editor **NOTEPAD** or **multi edit** from AMERICAN CYBERNETICS, must be used.

Now the contents of the SICO.WV file read:

```
{TYPE: WV, 0}
IQIQIQIQIQIQIQIQIQI ... IQ
```

Step 3

The binary data must now be packed into a WAVEFORM tag with the following structure:

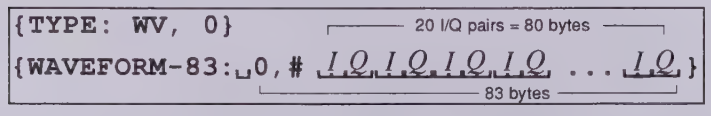
{WAVEFORM-Length:␣Start,#*IQIQIQIQIQIQIQIQIQI ... IQ*}

The WAVEFORM tag consists of the following characters and data:

{	Opens each tag.
WAVEFORM	Name of the tag for waveform.
-	Separates the name from the length indication.
Length	Length of the data set **Length** indicates the number of bytes of the data set and consists of: number of digits of the **Start**-value (1 to 7, in our example 1) + length of ", #" (2 bytes) + number of I/Q pairs * 4 (2 bytes for each I- and Q-value). In our example containing a sine and a cosine with 20 pairs for each wave and with the start address 0 in the SMIQ's output memory, the resulting length is **83**.
:␣	Separates the name and length from the remainder of the data set. The blank ␣ can be omitted.
Start	Address in the output memory of SMIQ used to store the following samples. In our example and most applications, this will be '0'.
,#	Indicates the beginning of the binary data.
IQIQIQ	Binary data set. The binary data contain the I and Q values in alternate order, the first value is an I value. Each value consists of 2 Bytes, starting with the least significant bit.
}	Terminates each tag.

The editor mentioned above which can handle binary data is now used to place the string "**{WAVEFORM-83:␣0,#**" in front and '**}**' at the end of the data set.

The contents of the waveform file SICO.WV for 20 I/Q pairs and start address 0 in the SMIQ's RAM is now ready for operation and reads.



The tags TYPE and WAVEFORM are mandatory for each waveform. All other tags described in section „ARB Waveform Format" are optional and can be inserted after the TYPE tag in arbitrary order, e.g.

```
{TYPE: WV,0}
{COMMENT: I/Q=sine/cosine, 20 points, clock 10 MHz}
{CLOCK: 10e6}
{FILTER: 2,5MHz}
{WAVEFORM-83:␣0,#IQIQIQIQIQIQ ... IQ}
```

C-program for creating the file SICO.TXT containing 20 sine and cosine pairs:

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>

void main (void)
{
#define SAMPLES 20
int i;
float grad,rad;
FILE *logging_fp;

logging_fp = fopen("SICO.TXT", "w");

for (i = 0; i < SAMPLES; i++)
 {
  grad = (360.0 / (float)(SAMPLES)) * (float)i;
  rad = grad * (3.141592654/180.0);
  fprintf (logging_fp,"%f %f\n",sin(rad),cos(rad));
 }
fclose(logging_fp);
}
```

Contents of the file SICO.TXT:

Sinus (I)	Cosinus (Q)
0.000000	1.000000
0.309017	0.951057
0.587785	0.809017
0.809017	0.587785
0.951057	0.309017
1.000000	-0.000000
0.951056	-0.309017
0.809017	-0.587785
0.587785	-0.809017
0.309017	-0.951056
-0.000000	-1.000000
-0.309017	-0.951057
-0.587785	-0.809017
-0.809017	-0.587785
-0.951056	-0.309017
-1.000000	0.000000
-0.951056	0.309017
-0.809017	0.587785
-0.587785	0.809017
-0.309017	0.951057

Extract from a C-program generating a binary data set from the I/Q pairs in the file SICO.TXT and storing the result to file SICO.WV:

```
 :
FILE *fp_sour_i,*fp_sour_q,*fp_dest;
unsigned int i_uint, q_uint;
 :
fp_sour = fopen("SICO.TXT", "rt" );
fp_dest = fopen("SICO.WV",  "wb" );
 :
while (1)
 {
  //Read I/Q pair from ASCII file
  if (fscanf (fp_sour,"%f %f",&i_float, &q_float) == EOF)
   break;

  //Convert I/Q pair to unsigned integer
  i_uint = (unsigned int)(32768.0 + (i_float*32000.0)+0.5);
  i_uint &= 0xFFFC; //Mask marker bits
  q_uint = (unsigned int)(32768.0 + (q_float*32000.0)+0.5);
  q_uint &= 0xFFFC; //Mask marker bits

  //Write converted I/Q pair to waveform file
  fwrite (&i_uint,1,2,fp_dest);
  fwrite (&q_uint,1,2,fp_dest);
}
 :
```

3.2.2 Converting a Waveform with the Application Software AMIQ-K2

The application software AMIQ-K2 from R&S is distributed free of charge and allows to convert a large variety of I/Q data sets to SMIQ waveform. Moreover, AMIQ-K2 can be used to remote-control some important SMIQ functions, to load and to store waveforms.

This application software is available in the internet (http://www.rsd.de) under the path:

Products →
Test and Measurement →
Signal Generation →
IQ modulation generator AMIQ →
or
IQ simulation software WinIQSIM →

or from each R&S representative.

The control sequence

Select Source File(s)
Type Mathcad (mixed)
Source File SICO.TXT
Transmit
Destination
WV formatted SICO.WV

allows to quickly generate a waveform that is ready to operate from the file SICO.TXT containing the I/Q pairs in alternate order.

3.2.3 AMIQ Compatible Commands for Transmission and Administration of Waveforms

See AMIQ Operating Manual for a detailed description of the commands.

AMIQ command	Parameter	SMIQ command and Parameter
		:ARB
:MMEMory		**:WAVeform:**
:DATA	'listname',<blockdata>	**DATA** 'listname',<blockdata>
:DATA?	'listname', 'tagname'⇒ tag	**:DATA?** 'listname','tagname' ⇒ tag
:DELete	'listname'	**:DELete** 'listname'
:CATalog?	⇒ name[,name]...	**:CATalog?** ⇒ name[,name]...
:LENGth?	⇒ n	**LENGth?** ⇒ n
:LOAD	RAM,'listname'	**:SELect** 'listname'
:MEMory		
:DATA?	RAM,'tagname' ⇒ tag	**:TAG?** 'tagname'⇒ tag
:NAME?	⇒ listname	**:SELect?**

4 Performance Test

4.1 Test Instructions

4.1.1 Frequency Response

Test equipment

RF spectrum analyzer (SMIQ manual, Table 5-1, item 2)
PC with WinIQSIM version 3.30 or higher and IEEE/IEC bus connection to SMIQ

Test setup

➢ Connect spectrum analyzer to I/Q socket on front panel of SMIQ.

Measurement

➢ Settings on spectrum analyzer

- LEVEL REF 0.0 dBm
- START FREQUENCY 0 Hz
- STOP FREQUENCY 20 MHz

➢ Settings in WinIQSIM

- File -> New -> Multi Carrier Ok
- Carrier Settings
  - No. of Carriers 37
  - Carrier Spacing 1000
  - CW only Mode
  - Channel Definition -> to ch. 30
  - Accept
  - Channel Definition -> to ch. 18
  - Channel Definition -> State OFF
  - Accept
- Ok

  At present the frequency spacing is 1 MHz from 1 MHz to 12 MHz.
- SMIQ(ARB) -> Transmission...
- ARB Waveform -> Waveform Name „ARBTEST“
- Select
- Transmit

  At present the waveform is in the SMIQ.

➢ SMIQ

- ARB MOD -> SELECT WAVEFORM... -> WAVEFORM... „ARBTEST“
- ARB MOD -> STATE ON

➢ Test run

- Marker to 1 MHz
- Delta Marker to 12 MHz
- The read level difference is the frequency response.
- Perform same measurement for I and Q

4.1.2 DC Voltage Offset

Test setup

➢ Connect AC/DC voltmeter to I/Q socket on front panel of SMIQ.

Measurement of DC voltage offset

➢ Measurement sequence

- Switch on 100 Hz input lowpass of voltmeter.
- Measure DC voltage at I = U_I
- Measure DC voltage at Q = U_Q
- Calculate offset:

$$Offset = 20 \cdot \log\left(\frac{1.0V}{\sqrt{U_I^2 + U_Q^2}}\right)$$

Perform same measurement for I and Q.

4.1.3 Spurious-Free Dynamic Range (SFDR)

Test equipment

RF spectrum analyzer (SMIQ manual, table 5-1, item 2)
PC with WinIQSIM version 3.30 or higher and IEEE/IEC bus connection to SMIQ

Test setup

➢ Connect spectrum analyzer to I/Q socket on front panel of SMIQ.

Measurement

➢ Settings on spectrum analyzer

- LEVEL REF 10.0 dBm
- START FREQUENCY 0 Hz
- STOP FREQUENCY 20 MHz

➢ Settings in WinIQSIM

- File -> New -> Multi Carrier Ok
- Carrier Settings
  - No. of Carriers 3
  - Carrier Spacing 1000
  - CW only Mode
  - Channel Definition -> to ch. 1
  - Channel Definition -> State OFF
  - Accept
- Ok

  At present there is a sinewave of 1 MHz for I and Q.
- SMIQ(ARB) -> Transmission...
- ARB Waveform -> Waveform Name „ARBTEST“
- Select
- Transmit

  At present the waveform is in the SMIQ.

➢ SMIQ

- ARB MOD -> SELECT WAVEFORM... -> WAVEFORM... „ARBTEST“
- ARB MOD -> STATE ON

➢ Test procedure

- Marker to 1 MHz
- Delta marker to maximum spurious (0 to 12 MHz).
- Read SFDR
- Perform same measurement for I and Q

4.1.4 Level Difference of Channels

Test equipment

AC/DC voltmeter (SMIQ manual, Table 5-1, item 19)
PC with WinIQSIM version 3.30 or higher and IEEE/IEC bus connection to SMIQ

Test setup

➢ Connect AC/DC voltmeter to I/Q socket on front panel of SMIQ.

Measurement

➢ Settings on AC/DC voltmeter
- Mode AC
- Unit V

➢ Settings in WinIQSIM
- File -> New -> Multi Carrier Ok
- Carrier Settings
  - No. of Carriers 3
  - Carrier Spacing 1
  - CW only Mode
  - Channel Definition -> to ch. 1
  - Channel Definition -> State OFF
  - Accept
- Ok

At present there is a sinewave of 1 MHz for I and Q.

- SMIQ(ARB) -> Transmission...
- ARB Waveform -> Waveform Name "ARBTEST"
- Select
- Transmit

At present the waveform is in the SMIQ.

➢ SMIQ settings
- ARB MOD -> SELECT WAVEFORM... -> WAVEFORM... "ARBTEST"
- ARB MOD -> STATE ON

➢ Test procedure
- Read RMS voltage on I = U_I
- Read RMS voltage on Q = U_Q
- Calculate level difference:

$$Level\ difference = \frac{|U_Q - U_I|}{U_I} \cdot 100\%$$

4.2 Performance Test Report

For nominal data and limit values refer to the data sheet supplied with the instrument.

Characteristic	Min.	Actual	Max.	Unit
ARB MOD SMIQB60				
Frequency response up to 12 MHz				dB
Offset in Normal mode				dB
Spurious-Free Dynamic Range, sine wave 1 MHz to 12 MHz				dB
Level difference of channels, sine wave 1 kHz				%